



TUGAS AKHIR – RC09-1501

**PERENCANAAN METODE KONSTRUKSI PEKERJAAN
BASEMENT PADA PROYEK APARTEMEN ONE EAST
RESIDENCE SURABAYA**

HILDA RAHMADINI
NRP 3113105024

Dosen Pembimbing
Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR – RC09-1501

**BASEMENT CONSTRUCTION PLANNING AT
ONE EAST RESIDENCE SURABAYA PROJECT**

HILDA RAHMADINI
NRP 3113105024

Dosen Pembimbing
Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

**PERENCANAAN METODE KONSTRUKSI PEKERJAAN
BASEMENT PADA PROYEK APARTEMEN ONE EAST
RESIDENCE SURABAYA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Lintas Jalur Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh :
HILDA RAHMADINI
NRP. 3113 105 024**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

- 1. Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D**



**SURABAYA
JULI, 2015**

PERENCANAAN METODE KONSTRUKSI PEKERJAAN BASEMENT PADA PROYEK APARTEMEN ONE EAST RESIDENCE SURABAYA

Nama Mahasiswa : Hilda Rahmadini
NRP : 3113105024
Jurusan : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

Abstrak

Basement merupakan ruang yang berada dibawah tanah yang merupakan bagian dari gedung. Basement dapat berfungsi sebagai ruang parkir pada gedung. Basement merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan ketersediaan lahan saat ini.

Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan perencanaan metode konstruksi pekerjaan basement pada Proyek Apartemen One East Residence Surabaya. Metode konstruksi yang digunakan adalah metode bottom up. Perencanaan metode konstruksi akan dilakukan dengan menggunakan 2 skenario. Perbedaan antara 2 skenario tersebut terletak pada zonasi pekerjaan dan penggunaan alat berat. Untuk masing-masing skenario dilakukan perhitungan terhadap biaya dan waktu pelaksanaannya.

Dari perhitungan biaya dan waktu didapatkan hasil, skenario pertama membutuhkan waktu pelaksanaan selama 497 hari dengan biaya sebesar Rp 66.768.178.970,00 dan skenario kedua membutuhkan waktu pelaksanaan 386 hari dengan biaya sebesar Rp 90.964.651.850,00 Sedangkan pada kondisi existing membutuhkan waktu pelaksanaan selama 633 hari dengan biaya sebesar Rp 52.641.543.532,183.

Kata kunci : *basement, bottom-up, metode konstruksi*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BASEMENT CONSTRUCTION PLANNING AT ONE EAST RESIDENCE SURABAYA PROJECT

Name : Hilda Rahmadini
NRP : 3113105024
Departement : Teknik Sipil
Supervisor : Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., Ph.D

Abstrak

Basement is a space located under the ground which is part of building. Basement can serve as a parking lot in the building. Basement is an alternative that can be used to overcome the current lack of site space availability.

The purpose of this project is to make basement construction method planning at One East Residence Surabaya Apartement Project. Construction method that be used in this project is bottom up method. Construction method planning will be carried out with two scenarios. The differerent between two scenarios lies in the zoning work and the use of heavy equipment. For each scenario calculating cost and time project.

From the cost and time calculation result, the first scenario takes 497 days with Rp 66.768.178.970,00 and the second scenario takes 386 days with Rp 90.964.651.850,00. While the existing conditions requires 633 days with Rp 52.641.543.532.183

Key word : basement, bottom-up, construction method

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmaanirrahim.

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan izin-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Perencanaan Metode Konstruksi Pekerjaan Basement Pada Proyek Apartement One East Residence Surabaya" dengan baik dan tepat waktu.

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tidak dapat dipungkiri bahwa penulis sering menemui beberapa kendala dalam pengerjaannya. Namun berkat bimbingan, bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, kakak dan adik atas doa, kasih sayang, semangat dan dukungannya yang tak terhingga.
2. Tri Joko Wahyu Adi, ST., MT., PhD selaku dosen pembimbing selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Dosen penguji, Cahyono Bintang Nurcahyo, ST., MT dan Ir. Retno Indryani, MS yang telah memberikan koreksi serta masukkan dalam seminar Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. techn. Pujo Aji, ST., MT selaku dosen wali penulis yang telah banyak memberi bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswa perkuliahan di Lintas Jalur S-1.
5. Pak Rudi selaku project manager proyek Apartemen One East Residence Surabaya.
6. Seluruh staff dan karyawan kontraktor PT Tatamulia Nusantara Indah pada Proyek Apartement One East Residence Surabaya.
7. Seluruh dosen pengajar Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.

8. Seluruh staff dan karyawan Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS.
9. Rini, Sintia dan Gracea yang selalu memberikan semangat dan doa.
10. Teman-teman seperjuangan dari POLBAN 2009 yang sudah banyak memberikan semangat, doa dan arahan kepada penulis.
11. Kakak-kakak kelas Lintas Jalur S-1 alumni POLBAN yang sudah banyak memberikan ilmu dan pengalaman serta arahan
12. Rekan-rekan mahasiswa Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil 2013 atas dukungannya.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis sangat menyadari banyaknya kekurangan serta jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang konstruktif demi penyempurnaan Tugas akhir dan ilmu pengetahuan.

Wassalaamu'alaikum wr., wb.

Surabaya, Juli 2015

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Basement	5
2.2 Metode Konstruksi Gedung Bertingkat	5
2.2.1 Metode Konvensional.....	6
2.2.2 Metode Top Down	7
2.3 Metode Penggalian Tanah	7
2.3.1 Galian Terbuka Tanpa Penahan (Open Excavation)	8
2.3.2 Galian Dengan Penahan	8
2.4 Dinding Penahan Tanah.....	9
2.4.1 Diaphragm wall	9
2.4.2 Soldier Pile	10
2.5 Dewatering	10
2.5.1 Open Pumping.....	13
2.5.2 Predrainage	13
2.5.3 Cut Off	14
2.6 Raft Foundation	15
2.7 Alat Berat	16
2.7.1 Alat Gali (<i>Excavator</i>)	16

2.7.2	Dump Truck	18
2.7.3	Crane	19
2.8	Produktivitas Alat Berat	19
2.8.1	Produktivitas Excavator	20
2.8.2	Produktivitas Dump Truck	22
2.9	Analisa Biaya	24
2.9.1	Volume Pekerjaan	24
2.9.2	Harga Satuan Pekerjaan	25
2.10	Penjadwalan	25
2.11	Penelitian Terdahulu.....	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Konsep Penelitian	27
3.2	Data Penelitian	27
3.2.1	Data Primer	27
3.2.2	Data Sekunder	27
3.3	Langkah – Langkah Penelitian	28
3.4	Analisa Data	29
3.4.1	Analisa Metode Pelaksanaan Basement	29
3.4.2	Analisa Biaya dan Waktu Pelaksanaan	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1	Gambaran Umum Proyek	35
4.2	Data Teknis Proyek.....	36
4.3	Analisa Metode Pelaksanaan Pekerjaan Basement	37
4.3.1	Pekerjaan Soldier Pile	37
4.3.1.1	Perhitungan Volume Soldier Pile	43
4.3.1.2	Perhitungan Volume Capping Beam	45
4.3.2	Pekerjaan Bored Pile dan King Post	48
4.3.2.1	Perhitungan Volume Bored Pile	53
4.3.2.2	Perhitungan Volume King Post	54
4.3.3	Pekerjaan Galian Basement	56
4.3.3.1	Perhitungan Volume Galian Basement.....	62
4.3.4	Pekerjaan Dewatering	63
4.3.4.1	Perencanaan Dewatering	64

4.3.5 Pekerjaan Struktur Basement	66
4.3.5.1 Pekerjaan Pile Cap dan Raft Foundation..	67
4.3.5.1.1 Perhitungan Volume Pile Cap...	72
4.3.5.1.2 Perhitungan Volume Raft Foundation	74
4.3.5.2 Pekerjaan Kolom dan Sherwall	76
4.3.5.2.1 Perhitungan Volume Kolom	77
4.3.5.2.2 Perhitungan Volume Shearwall.....	80
4.3.5.3 Pekerjaan Dinding Basement	84
4.3.5.3.1 Perhitungan Volume Dinding Basement.....	84
4.3.5.4 Pekerjaan Balok	87
4.3.5.4.1 Perhitungan Volume Balok	89
4.3.5.5 Pekerjaan Pelat Lantai	91
4.3.5.5.1 Perhitungan Volume Pelat Lantai	93
4.3.5.6 Pekerjaan Ramp dan Tangga	96
4.3.5.6.1 Perhitungan Volume Ramp	97
4.3.5.6.2 Perhitungan Volume Tangga.....	100
4.4 Analisa Waktu	105
4.4.1 Pekerjaan Soldier Pile	108
4.4.2 Pekerjaan Bored Pile	111
4.4.3 Pekerjaan Penggalian Basement	112
4.4.4 Pekerjaan Struktur Basement	114
4.4.4.1 Pekerjaan Dinding Basement	115
4.4.4.2 Pekerjaan Kolom dan Sherwall	114
4.4.4.3 Pekerjaan Pelat Lantai dan Balok	116
4.5 Analisa Harga Satuan	121
4.6 Rencana Anggaran Biaya	122
4.7 Hasil Perhitungan	124
BAB V PENUTUP	125
5.1 Kesimpulan	125
5.2 Saran	125

DAFTAR PUSTAKA 127
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Faktor <i>Permeability</i> Tiap Jenis Tanah	11
Tabel 2.2	Koefisien Pengaliran (C)	12
Tabel 2.3	Swelling Faktor	18
Tabel 2.4	Faktor Efisiensi Alat	20
Tabel 2.5	Faktor Koreksi (BFF) Untuk Alat Gali	21
Tabel 2.6	Waktu Siklus <i>Backhoe</i> Beroda <i>Crawler</i> (menit)	21
Tabel 2.7	Faktor Koreksi Menurut Kedalaman dan Kondisi Penggalian	22
Tabel 4.1	Pembagian Zona Pekerjaan <i>Soldier Pile</i>	38
Tabel 4.2	Alat Pada Pekerjaan <i>Soldier Pile</i>	41
Tabel 4.3	Alat Pada Pekerjaan <i>Capping Beam</i>	43
Tabel 4.4	Volume Pekerjaan <i>Soldier Pile</i>	45
Tabel 4.5	Volume Pekerjaan <i>Capping Beam</i>	47
Tabel 4.6	Data Teknis <i>Bored Pile</i>	49
Tabel 4.7	Alat Pada Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	52
Tabel 4.8	Volume Pekerjaan <i>Bored Pile</i> dan <i>King Post</i>	56
Tabel 4.9	Alat Pada Pekerjaan Galian <i>Basement</i>	61
Tabel 4.10	Volume Pekerjaan Galian Tanah <i>Basement</i>	63
Tabel 4.11	Alat Pada Pekerjaan Dewatering	68
Tabel 4.12	Alat Pada Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	70
Tabel 4.13	Alat Pada Pekerjaan <i>Raft Foundation</i>	72
Tabel 4.14	Volume Pekerjaan <i>Pile Cap</i>	74
Tabel 4.15	Volume Pekerjaan <i>Raft Foundation</i>	76
Tabel 4.16	Volume Pekerjaan Kolom dan <i>Sherwall</i>	77
Tabel 4.17	Volume Pekerjaan Kolom dan <i>Shearwall</i>	83
Tabel 4.18	Alat Pada Pekerjaan Dinding <i>Basement</i>	84
Tabel 4.19	Volume Pekerjaan Dinding <i>Basement</i>	87
Tabel 4.20	Alat Pada Pekerjaan Balok	89
Tabel 4.21	Volume Pekerjaan Balok	91
Tabel 4.22	Alat Pada Pekerjaan Pelat Lantai	93
Tabel 4.23	Volume Pekerjaan Pelat Lantai	96
Tabel 4.24	Alat Pada Pekerjaaa Ramp dan Tangga	97
Tabel 4.25	Volume Pekerjaan Ramp	99
Tabel 4.26	Volume Pekerjaan Tangga	105

Tabel 4.27	Durasi Pekerjaan <i>Soldier Pile</i> Zona 1	109
Tabel 4.28	Durasi Pekerjaan <i>Soldier Pile</i> Zona 2	110
Tabel 4.29	Urutan Pekerjaan <i>Soldier Pile</i>	110
Tabel 4.30	Durasi Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	111
Tabel 4.31	Urutan Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	112
Tabel 4.32	Durasi Galian <i>Basement</i>	113
Tabel 4.33	Durasi Pekerjaan <i>Basement</i> Skenario 1	118
Tabel 4.34	Durasi Pekerjaan <i>Basement</i> Skenario 2	119
Tabel 4.35	Analisa Harga Satuan Penulangan	122
Tabel 4.36	Rekapitulasi RAB Skenario 1	123
Tabel 4.37	Rekapitulasi RAB Skenario 2	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pelaksanaan <i>Basement</i> Metode Konvensional (<i>Bottom up</i>)	6
Gambar 2.2	Pelaksanaan <i>Basement</i> Metode <i>Top Down</i>	7
Gambar 2.3	<i>Soldier Pile</i>	10
Gambar 2.4	Open Pumping	13
Gambar 2.5	<i>Predrainage</i>	14
Gambar 2.6	<i>Cut Off</i>	15
Gambar 2.7	Excavator	17
Gambar 2.8	Keadaan Material Eart Moving	17
Gambar 2.9	Dumptruck	19
Gambar 3.1	Diagram Alir Tugas Akhir	29
Gambar 3.2	Diagram Alir Urutan Pekerjaan <i>Basement</i>	31
Gambar 3.3	Alur Pengerjaan <i>Bored Pile</i> Skenario 1	32
Gambar 3.4	Alur Pengerjaan <i>Soldier Pile</i> Skenario 1	32
Gambar 3.5	Alur Pengerjaan <i>Bored Pile</i> Skenario 2	33
Gambar 3.6	Alur Pengerjaan <i>Soldier Pile</i> Skenario 2	33
Gambar 4.1	Potongan A-A <i>Basement</i>	35
Gambar 4.2	Denah Lokasi Proyek	36
Gambar 4.3	Site Plan	37
Gambar 4.4	Alur Pengerjaan <i>Soldier Pile</i> Skenario 1	38
Gambar 4.5	Alur Pengerjaan <i>Soldier Pile</i> Skenario 2	39
Gambar 4.6	Denah <i>Capping Beam</i>	42
Gambar 4.7	Penulangan <i>Capping Beam</i>	46
Gambar 4.8	Detail Pembesian <i>Capping Beam</i> (CP.1)	47
Gambar 4.9	Alur Pengerjaan <i>Bored Pile</i> Skenario 1	48
Gambar 4.10	Alur Pengerjaan <i>Bored Pile</i> Skenario 2	49
Gambar 4.11	Pengeboran <i>Bored Pile</i>	50
Gambar 4.12	Pemasangan Tulangan	51
Gambar 4.13	Pengecoran <i>Bored Pile</i>	52
Gambar 4.14	Detail Penulangan <i>Bored Pile</i>	53
Gambar 4.15	Detail <i>King Post</i>	54
Gambar 4.16	Pembagian Zona Pekerjaan Penggalian	57
Gambar 4.17	Denah Strutting Baja.....	57

Gambar 4.18	Penggalian Tanah Tahap 1	58
Gambar 4.19	Pemasangan Strutting Baja Pada Tahap 1	57
Gambar 4.20	Penggalian Tanah Tahap 2	59
Gambar 4.21	Pemasangan Strutting Baja Layer 2	60
Gambar 4.22	Penggalian Tanah Tahap 3	61
Gambar 4.23	Denah Sumur Dewatering	65
Gambar 4.24	Potongan A-A	66
Gambar 4.25	Sistem Kerja Dewatering	66
Gambar 4.26	Denah <i>Pile Cap</i> dan <i>Raft Foundation</i>	69
Gambar 4.27	Detail Penulangan <i>Pile Cap</i>	73
Gambar 4.28	Denah <i>Raft Foundation</i>	75
Gambar 4.29	Denah Kolom	76
Gambar 4.30	Detail Penulangan Kolom K1	77
Gambar 4.31	Detail Tulangan Shearwall 1	80
Gambar 4.32	Detail Tulangan Dinding <i>Basement</i>	85
Gambar 4.33	Denah Balok	89
Gambar 4.34	Detail Penulangan Balok B1	86
Gambar 4.35	Denah Pelat Lantai 1 <i>Basement</i>	92
Gambar 4.36	Detail Penulangan Pelat Lantai	93
Gambar 4.37	Denah Ramp L3	97
Gambar 4.38	Denah Tangga L3	100
Gambar 4.39	Potongan Tangga	100
Gambar 4.40	Detail Penulangan Anak Tangga	101

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini banyak bermunculan gedung-gedung tinggi, hal dikarenakan kebutuhan ruang yang semakin tinggi tetapi tidak diiringi dengan ketersediaan lahan. Keadaan seperti ini akan memunculkan permasalahan baru seperti meningkatnya kebutuhan ruang parkir pada gedung – gedung tinggi. Untuk mengatasi kebutuhan ruang parkir tersebut dapat dilakukan pembangunan basement pada gedung. *Basement* merupakan ruang yang berada dibawah tanah yang merupakan bagian dari gedung. *Basement* merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan ketersediaan lahan parkir.

Basement termasuk kedalam struktur bawah tanah, sehingga perencanaan metode konstruksi *basement* yang akan digunakan perlu mempertimbangkan beberapa faktor. Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan metode konstruksi *basement* yaitu ketinggian air tanah dilapangan, jenis tanah, drainase alami, serta akses ke lokasi.

Pada pembangunan gedung basement ini dilakukan dengan menggunakan metode *bottom up*. Metode *bottom up* dimulai dari pembuatan dinding penahan tanah, pondasi, penggalian tanah untuk basement dengan elevasi rencana. Tahapan pekerjaan selanjutnya dilakukan pekerjaan kolom, balok dan pelat lantai dari dasar basement yang menerus hingga ke atas.

Tugas akhir ini bertujuan untuk merancang metode pelaksanaan pembangunan *basement* pada proyek pembangunan Apartement One East Residence Surabaya. Proyek tersebut terletak pada jalan Kertajaya Indah Surabaya yang direncanakan konstruksi gedung 30 lantai ke atas dan 3 lantai basement hingga kedalaman -13,5 m yang akan dimanfaatkan sebagai lahan parkir.

Dalam merencanakan metode konstruksi basement akan dilakukan dengan 2 skenario pengerjaan. Perbedaan antara kedua skenario tersebut terletak pada zonasi pekerjaan dan penggunaan alat berat pekerjaan *bored pile* dan *soldier pile*. Dimana pada skenario pertama dilakukan dengan menggunakan satu zona pekerjaan dan satu alat bor, sedangkan untuk skenario kedua dilakukan dengan membagi zona pekerjaan menjadi dua zonasi pekerjaan dan menggunakan dua alat bor.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, yaitu :

1. Bagaimana metode pelaksanaan untuk pekerjaan *basement*?
2. Berapa biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembangunan *basement*?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Merencanakan metode konstruksi *basement*.
2. Menghitung biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan *basement*.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya pembahasan, maka penulis akan membatasi permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, yaitu meliputi:

1. Pekerjaan basement yang ditinjau yakni pekerjaan dinding penahan tanah, penggalian tanah, pekerjaan dewatering, dan pekerjaan dinding *basement*.
2. Perhitungan biaya hanya dilakukan pada biaya langsung.
3. Analisa biaya dilakukan dengan menggunakan harga satuan pekerjaan tahun 2014 dan survey pasar.

1.5 Manfaat

Dengan adanya tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk menambah wawasan bagi penulis dan pembaca. Diharapkan dapat dijadikan salah satu referensi untuk alternatif metode pelaksanaan pekerjaan *basement*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu :

1. **BAB I PENDAHULUAN**, berisikan tentang latar belakang penyusunan Tugas Akhir, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**, berisikan penjelasan mengenai metode pekerjaan basemenet, soldier pile, bored pile, dewatering, struktur basement, alat berat dan produktivitas, analisa biaya dan analisa waktu.
3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**, berisikan tentang penjelasan metodologi/alur dalam pengerjaan Tugas Akhir.
4. **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**, berisikan tentang hasil dan pembahasan Tugas Akhir perencanaan metode konstruksi basement, perhitungan rencana anggaran biaya, analisa waktu dan penjadwalan.
5. **BAB V PENUTUP**, berisikan penjelasan tentang kesimpulan hasil perhitungan biaya dan penjadwalan, dan saran yang mendukung.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian *Basement*

Saat ini pembangunan gedung bertingkat pada kota Surabaya sedang banyak dilakukan seperti mall, apartement, hotel. Pada pembangunan gedung bertingkat akan membutuhkan ruang parkir yang tidak sedikit. Tingginya kebutuhan lahan parkir saat ini membuat para pengelola usaha terutama untuk bangunan bertingkat tinggi (*high rise building*) berfikir untuk membuat memanfaatkan lahan yang ada menjadi efektif dan efisien. Tetapi hal tersebut memiliki kendala yakni mahalnnya harga lahan saat ini. Pemilihan bangunan parkir secara vertikal (keatas atau kebawah) akan lebih efektif dan efisien.

Basement merupakan merupakan sebuah tingkat atau beberapa tingkat dari bangunan yang keseluruhan atau sebagian terletak dibawah tanah. *Basement* saat ini merupakan solusi untuk kebutuhan lahan parkir pada gedung bertingkat. Selain sebagai ruang parkir *basement* juga dapat dimanfaatkan sebagai utilitas pada gedung bertingkat.

2.2 Metode Konstruksi Gedung Bertingkat

Berbeda dengan bangunan lainnya, proyek gedung bertingkat memiliki karakteristik yang spesifik, khususnya dalam teknologi pelaksanaannya. Sifat spesifik ini perlu diperhatikan dalam rangka penyusunan metode pelaksanaan. Beberapa hal yang spesifik yakni urutan pekerjaan, jenis pekerjaan, kegiatan pengangkutan vertikal, keselamatan kerja, keterbatasan lokasi, dan air tanah (Asiyanto,2008). Untuk melaksanakan kegiatan pembangunan perlu metode kerja yang efisien dan efektif. Struktur *basement* gedung bertingkat (tidak termasuk pondasi tiang), secara garis besar terdiri dari :

1. Raft Foundation
2. Kolom
3. Dinding *Basement*

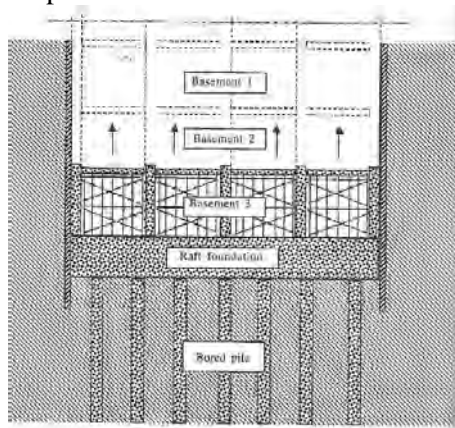
4. Balok dan Pelat Lantai

Pekerjaan pembangunan gedung bertingkat tinggi dikenal 2 metode konstruksi yakni metode konstruksi konvensional (*bottom up*) dan *top down*.

2.2.1 Metode Konvensional

Metode konvensional atau saat ini lebih dikenal metode *bottom up*. Pada metode ini, struktur *basement* dilaksanakan setelah seluruh pekerjaan galian selesai mencapai elevasi rencana. *Basement* diselesaikan dari bawah ke atas, dengan menggunakan *scaffolding*, kolom, balok dan slab di cor di tempat (Asiyanto, 2008). Urutan umum pekerjaan basement yang dilakukan yakni diawali dari pekerjaan dinding penahan tanah, *bored pile*, dan pekerjaan penggalian.

Muka air tanah pada pekerjaan *basement* akan sangat mempengaruhi pekerjaan dilapangan. Sehingga dalam hal ini harus digunakan metode *dewatering* yang tepat sesuai dengan kondisi dilapangan. Ilustrasi pelaksanaan metode konvensional (*bottom up*) dapat dilihat pada Gambar 2.1.

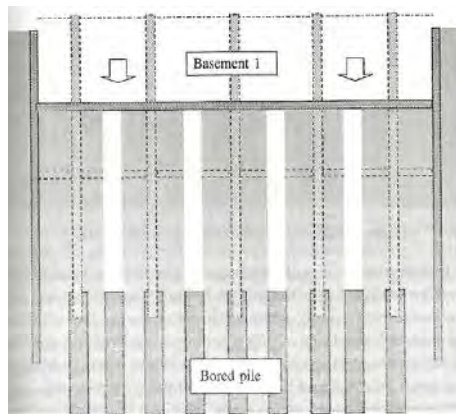


Gambar 2.1 Pelaksanaan *Basement* Metode Konvensional
(*Bottom up*)

(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.2.2 Metode *Top Down*

Metode *top down* merupakan metode konstruksi untuk bangunan bertingkat dimana pekerjaan struktur atas dapat dilakukan bersamaan dengan pekerjaan penggalian *basement*. Dalam urutan pengerjaan balok dan pelat lantai dimulai dari atas ke bawah, struktur balok dan pelat lantai tersebut didukung oleh tiang baja yang disebut *king post* (Asiyanto, 2008).



Gambar 2.2 Pelaksanaan *Basement Metode Top Down*
(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.3 Metode Penggalian Tanah

Pekerjaan penggalian merupakan pekerjaan pertama yang dilakukan untuk melakukan pekerjaan struktur *basement*. Muka air tanah berada pada daerah dangkal (diatas elevasi dasar galian) serta air tanah cukup mengganggu proses galian, maka pekerjaan dewatering perlu dipersiapkan terlebih dahulu. Pada metode galian yang dipilih dipengaruhi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Luas lahan
2. Kedalam galian
3. Jenis tanah dan strkturnya

Dalam melakukan pekerjaan galian terutama untuk galian yang dalam harus diperhatikan faktor keamanan untuk menghindari kecelakaan kerja saat melakukan pekerjaan. Pada umumnya pekerjaan penggalian dibagi menjadi 2, yakni :

2.3.1 Galian Terbuka Tanpa Penahan (*Open Excavation*)

Pada metode ini tanah langsung digali tanpa perkuatan atau penahan. Untuk galian tipe ini biasanya diperlukan slope, sehingga memerlukan lahan yang luas. Sudut slope yang diperlukan tergantung stabilitas struktur tanah. Bila tanah cukup stabil ada kemungkinan digali secara tegak. Untuk melindungi slope lereng galian terhadap kelongsoran/erosi karena hujan, dapat digunakan *short crete* (lapisan beton yang disemprotkan) atau dapat pula ditutup terpal atau plastik (untuk mencegah erosi karena hujan) (asiyanto, 2008)

Untuk galian tanah yang luas dan cukup dalam, pada umumnya menggunakan alat berat berupa *excavator* untuk menggali dan *dumptruck* untuk alat pengangkutnya. Keluar masuknya alat-alat gali dan alat angkut, ditepi galian dibuat ramp. Jika lokasi dilapangan cukup luas maka *ramp* dapat dibuat dua buah, khusus untuk jalur masuk dan jalur keluar.

2.3.2 Galian Dengan Penahan

Lahan yang sempit atau struktur tanah yang tidak stabil, maka galian tanah harus diberi penahan tanah. Dinding struktur penahan galian dipasang lebih dahulu sebelum galian dimulai. Struktur penahan ini dapat dibuat dengan pemancangan atau pengeboran untuk membentuk suatu dinding penahan tanah (Asiyanto, 2008). Secara garis struktur penahan galian ada 2 yaitu :

1. *Free Cantilever*

Struktur penahan tertancap secara bebas, tanpa disokong dan berfungsi sebagai cantilever sepenuhnya. Sistem ini menguntungkan proses pelaksanaan bangunan *basement*, karena lubang galian bebas dari rintangan, tetapi hal ini memerlukan struktur penahan yang kuat. Galian yang cukup

dalam atau beban horizontal yang terlalu besar, struktur penahan seperti ini menjadi mahal karena dimensi yang besar.

2. Dengan Penyokong

Struktur penahan tanah perlu penyokong bila struktur penahan tanah dengan struktur free cantilever sudah tidak efisien lagi (terlalu mahal). Dilihat dari letak penyokongnya memiliki 2 cara yaitu:

a. Penyokong di dalam area galian

Penyokong horizontal, untuk galian yang tidak terlalu lebar, penyokong dapat langsung dari sisi yang satu sisi yang lain. Penyokong bersudut, untuk galian yang lebar maka tidak mungkin lagi penyokong langsung karena akan mahal sekali. Maka dari itu digunakan penyokong bersudut.

b. Penyokong di luar area galian

Support eksternal ini menguntungkan seperti halnya *free cantilever*, karena daerah galian bersih dari rintangan. Namun cara ini perlu persyaratan apakah diluar area galian memungkinkan untuk pemilihan cara ini.

2.4 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah (*retaining wall*) memiliki fungsi sebagai penahan tanah dari kelongsoran. Terutama pada pekerjaan galian tanah dapat menyebabkan struktur tanah menjadi tidak stabil dan mudah longsor, sehingga dibutuhkan pemilihan dinding penahan tanah yang tepat untuk menghindari kelongsoran tanah. Pada pekerjaan *basement* dinding penahan tanah dapat berfungsi pula untuk dewatering dan penahan gaya horizontal untuk pelat lantai *basement*.

2.4.1 Diaphragm Wall

Diaphragm wall merupakan konstruksi dinding penahan tanah. *Diaphragm wall* memiliki fungsi triple yaitu : sebagai dinding penahan tanah galian *basement*, cut off dewatering sistem pada saat pekerjaan galian *basement* dan sebagai dinding permanen bagi

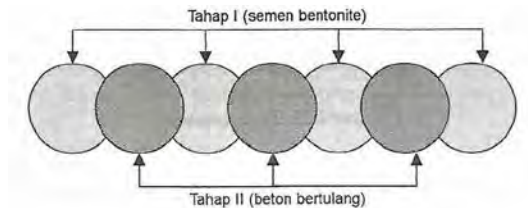
basement. Dengan fungsi yang banyak tersebut, maka penggunaan *diaphragm wall* akan menjadi efisien (Asiyanto, 2008).

2.4.2 *Soldier pile*

Soldier pile merupakan alternatif lain untuk dinding penahan tanah. *Soldier pile* adalah pembeduan dinding penahan tanah dengan menggunakan *bored pile* dari beton bertulang yang diselangi dengan *bored pile* dari bentonite. Diameter *soldier pile* tergantung pada kebutuhan bisa mencapai diameter 600 mm – 1000 mm. Antara *soldier pile* yang satu dengan yang lainnya diikat oleh *capping beam*. *Capping beam* merupakan kepala *soldier pile*. Berikut tahapan pekerjaan *soldier pile* yakni :

1. Tahap 1 : Bor dan cor tiang semen bentonite sedalam yang diperlukan
2. Tahap 2 : Bor dan cor tiang beton bertulang, sedalam tiang semen bentonite.

Tiang beton bertulang di cor diantara dua tiang semen bentonite, sehingga menggerus dua tiang bentonite yang bersebelahan membentuk dinding yang rapat. Ilustrasi gambar *soldier pile* dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 *Soldier Pile*
(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.5 Dewatering

Dewatering atau pekerjaan pengeringan, memiliki tujuan untuk mengendalikan air (air tanah/permukaan) agar tidak mengganggu atau menghambat proses pelaksanaan suatu

pekerjaan konstruksi, terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada dalam tanah dan di bawah muka air (Asiyanto, 2008).

Permeabilitas merupakan kemampuan air untuk mengalir melalui medium yang berpori, makin besar ruang pori maka daya rembes airnya makin besar. Permeability dari tanah merupakan masalah utama pada dewatering. Dari permeability dapat dihitung banyaknya aliran air yang melalui suatu bidang luasan, dan akhirnya dapat dikehui debit air yang harus dibuang dengan dewatering. Faktor-faktor permeability ini berbeda – beda untuk jenis tanah dan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Faktor *Permeability* Tiap Jenis Tanah

Jenis Tanah	Nilai K (permeability) cm/detik		
Openwork gravel	1 atau lebih		
Uniform gravel	0,2	s.d	1
Wellgraded gravel	0,5	s.d	0,3
Uniform sand	0,005	s.d	0,2
Wellgraded sand	0,001	s.d	0,1
Silty sand	0,001	s.d	0,005
Clayed sand	0,0001	s.d	0,001
Silty	0,00005	s.d	0,0001
Clay	Dapat diabaikan		

(Sumber : Metode Konstruksi Dewatering, 2008)

Dari faktor permeability diatas dapat dihitung debit air dengan menggunakan rumus darcy yang menembus suatu tanah dengan menggunakan Rumus 2.1 atau Rumus 2.2.

$$Q = K \times A \times h/L \dots\dots\dots \text{(Rumus 2.1)}$$

Dimana : Q = debit air

K = faktor permeability dari tanah

A = luas tampang tanah yang dilalui air

h/L = hydraulic gradient

atau

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots \text{(Rumus 2.2)}$$

Dimana : Q = debit (m^3/detik)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan untuk periode ulang tertentu
(mm/jam)

A = area yang akan di drain (km^2)

Koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran (C)

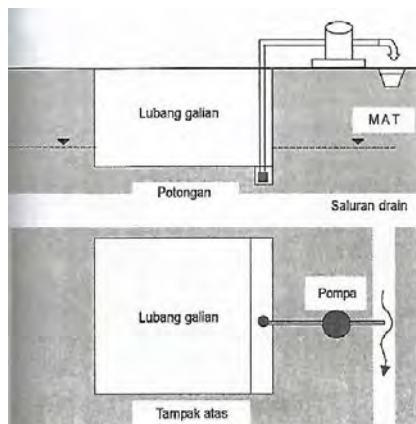
<i>Komponen lahan</i>	<i>Koefisien C (%)</i>
Jalan : - aspal	70 - 95
- beton	80 - 95
- bata/paving	70 - 85
Atap	75 - 95
Lahan berumput:	
- tanah berpasir, - landai (2%)	5 - 10
- curam (7%)	15 - 20
- tanah berat , - landai (2%)	13 - 17
- curam (7%)	25 - 35
Untuk Amerika Utara, harga secara keseluruhan :	
	<i>Koefisien pengaliran total</i>
<i>Lahan</i>	<i>C (%)</i>
Daerah perdagangan: - penting, padat	70 - 95
- kurang padat	50 - 70
Area permukiman :	
- perumahan tunggal	30 - 50
- perumahan kopel berjauhan	40 - 60
- perumahan kopel berdekatan	60 - 75
- perumahan pinggir kota	25 - 40
- apartemen	50 - 70
Area industri : - ringan	50 - 80
- berat	60 - 90
Taman dan makam	10 - 25
Taman bermain	20 - 35
Lahan kosong/terlantar	10 - 30

(Sumber : Modul Ajar Drainase, 2014)

2.5.1 *Open Pumping*

Metode ini masih dianggap sebagai teknik yang umum diterima dimana kolektor digunakan untuk mengumpulkan air permukaan (khususnya air hujan) dan rembesan dari tepi galian. Tentu saja posisi kolektor adalah untuk membuang air keluar galian. Metode *open pumping* dapat digunakan bila karakteristik dari tanah merupakan tanah padat, bergradasi baik dan berkohesi, debit rembesan air tidak besar, dapat dibuat sumur atau selokan penampung, dan galian tidak dalam.

Peralatan yang diperlukan untuk metode ini adalah pompa. Bila pompa yang dipergunakan pompa listrik maka dibutuhkan generator (jika tidak tersedia sumber listrik). Pada Gambar 2.4 dapat dilihat ilustrasi metode open pumping.

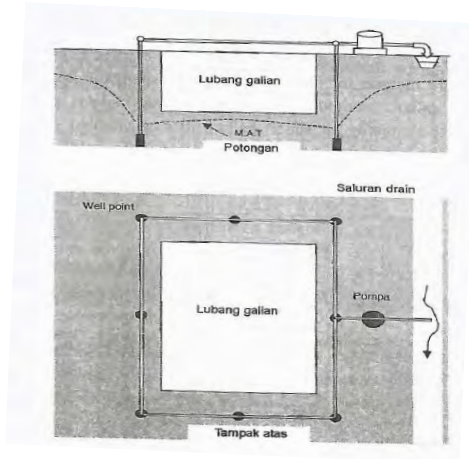


Gambar 2.4 Open Pumping
(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.5.2 *Predrainage*

Prinsip kerja *predrainage* adalah menurunkan muka air terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dimulai. Metode *predrainage* dapat digunakan bila karakteristik dari tanah merupakan tanah lepas, berbutir seragam, cadas lunak dengan

banyak celah, debit rembesan cukup besar dan tersedia saluran pembuangan air, slope tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi *rotary slide*, penurunan muka air tanah tidak mengganggu atau merugikan bangunan disekitarnya. Ilustrasi metode *predrainage* dapat dilihat pada Gambar 2.5.

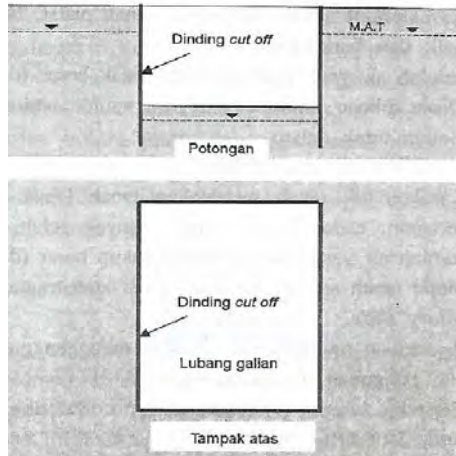


Gambar 2.5 *Predrainage*
(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.5.3 *Cut Off*

Prinsip kerja metode *cut off* adalah aliran air tanah dipotong dengan beberapa cara yakni *steel sheet pile*, *diaphragm wall* dan *secant pile* (asiyanto, 2008). Ketiganya merupakan dinding penahan tanah, tetapi semuanya dapat menjadi pemotong aliran air tanah. Metode ini dapat digunakan bila dinding *cut off* diperlukan juga sebagai dinding penahan tanah, gedung disekitar lokasi sensitif terhadap penurunan muka air tanah, dan tidak tersedia saluran pembuang. Berdasarkan kriteria atau persyaratan pemilihan metode dewatering perlu dilakukan pengeboran terlebih dahulu untuk mengetahui secara pasti jenis tanah serta tinggi muka

air tanah (*water table*). Ilustrasi metode *cut off* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Cut Off*
(Sumber : Asiyanto, 2008)

2.6 Raft Foundation

Raft foundation atau pondasi rakit memiliki bentuk seperti balok dengan ketebalan lebih dari dua meter. Pondasi rakit memiliki volume pekerjaan yang besar, sehingga dalam pelaksanaannya dibutuhkan pemilihan metode konstruksi yang tepat.

Volume beton yang besar sehingga dibutuhkan pengendalian thermal terhadap panas yang ditimbulkan oleh hydrasi semen. Bagian beton di permukaan yang mendingin lebih cepat oleh pelepasan panas di udara mengalami kontraksi dan menjadi kekangan terhadap pengembangan volume beton bagian dalam yang panas. Hal yang perlu diperhatikan pada saat pengerjaan pondasi rakit adalah pengecoran beton yang dilakukan secara berkelanjutan, jenis dan kapasitas peralatan yang memadai, adanya tenaga kerja pengecoran, urutan pengecoran yang tepat sehingga

terhindar dari *cold joint*, management lalu lintas yang baik pada saat pekerjaan berlangsung, dan pengendalian thermal dengan pemasangan *thermocouple wire* untuk monitoring temperature beton.

2.7 Alat Berat

Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek – proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat (Kholil, 2012). Alat berat yang umum digunakan dalam proyek konstruksi antara lain: *dozer*, *excavator*, *loader*, *dump truck*, *crane* dan *concrete mixer*.

2.7.1 Alat Gali (*Excavator*)

Excavator adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada diatas roda rantai (*trackshoe*). *Excavator* memiliki fungsi utama untuk pekerjaan penggalian. Namun tidak terbatas itu saja, *excavator* juga bisa melakukan pekerjaan konstruksi lainnya seperti membuat kemiringan (*sloping*), memuat *dump truck* (*loading*), pemecah batu (*breaker*).

Backhoe pada pekerjaan *basement*, penggalian terowongan, atau pekerjaan saluran. Pada pekerjaan *basement backhoe* digunakan untuk penggalian tanah. Pemilihan kapasitas *bucket backhoe* harus disesuaikan dengan pekerjaan yang dilakukan. *Backhoe* terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (*arm*), bucket, slewing ring, dan struktur bawah. Boom, lengan dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Ilustrasi alat berat dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Excavator

Dalam pelaksanaan penggalian tanah perlu mempertimbangkan faktor pengembangan material. Pengembangan material merupakan perubahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi menjadi 3 keadaan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Keadaan Material Eart Moving

1. Keadaan Asli (*Bank Condition*)

Bank condition merupakan keadaan material yang masih alami. Dalam keadaan seperti ini butiran-butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran tanah demikian baisanya dinyatakan dalam ukuran alam atau *bank measure* = Bank Cubic Meter (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

2. Keadaan Gembur (*Loose Condition*)

Keadaan material (tanah) setelah dilakkan pengerjaan (disturb). Material yang tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang) yang dikarenakan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran tanah. Sehingga volumenya menjadi lebih besar. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam loose measure = Loose Cubic Meter (LCM) perhitungan dapat dilakukan seperti pada rumus 2.3.

$$\text{Vol. LCM} = \text{Vol. BCM} + \% \text{swell} \times \text{BCM} \dots\dots (\text{Rumus 2.3})$$

Dimana % swell dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Swelling Faktor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5 – 10
Tanah Permukaan (top soil)	10 – 25
Tanah Biasa	20 – 45
Lempung (clay)	30 – 60
Batu	50 - 60

3. Keadaan Padat (*Compact*)

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengna disertai usaha pemadatan. Ukuran volume tanah dalam keadaan ini biasanya dinyatakan dalam compact measure = Compact Cubic Meter (CCM).

4.7.2 *Dump Truck*

Dump truk merupakan alat pengangkutan yang berfungsi untuk mengangkat bahan-bahan material dan tidak memiliki kemampuan menggali. *Dumptruck* merupakan alat pengangkutan dalam proyek konstruksi dapat bergerak secara horizontal,

pergerakan horizontal adalah pengangkutan dari satu ketinggian ke ketinggian lain (Rostiyanti 2008). *Dumptruck* memiliki 3 klasifikasi :

1. *Rear Dump Truck* (penumpahan ke belakang)
2. *Side Dump Truck* (penumpahan ke samping)
3. *Rear and Side Dump Truck* (penumpahan ke belakang dan kesamping)

Adapun kapasitas yang dapat diangkut oleh dump truk :

1. *Struck Capacity* (Kapasitas Peres)
Kapasitas yang muatannya mencapai ketinggian dari bak penampung..
2. *Heaped Capacity* (Kapasitas Munjung)
Kapasitas yang muatannya mencapai ketinggian lebih dari ketinggian bak. Ilustrasi *dumptruck* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Dumptruck*

2.6.3 *Crane*

Alat pengangkutan vertikal atau alat pengangkat yang biasa digunakan di dalam proyek konstruksi adalah *Crane* (Rostiyanti, 2008). Cara kerja crane adalah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan, memindahkan secara horizontal, kemudian menurunkan material ditempat yang diinginkan.

2.8 Produktivitas Alat Berat

Produktivitas alat sangat berpengaruh dari efisiensi alat berat yang digunakan. Faktor efisiensi alat berat dapat dipengaruhi oleh

kemampuan operator, kondisi alat dan metode pelaksanaan yang digunakan. Faktor efisiensi alat dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Faktor Efisiensi Alat

Kondisi operasi	Pemeliharaan mesin		
	Baik sekali	Baik	Sedang
Baik sekali	0,83	0,81	0,76
Baik	0,78	0,75	0,71
Sedang	0,72	0,69	0,65

(Sumber : Analisa Harga Satuan Pekerjaan PU, 2013)

Selain itu, perlu diketahui terlebih dahulu waktu siklus dari alat berat. Waktu siklus adalah siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang berulang. Pekerjaan utama didalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal.

2.8.1 Produktivitas Excavator

Dalam menghitung produktivitas alat perlu diketahui terlebih dahulu waktu siklus yang dibutuhkan oleh alat tersebut dan efisiensi alat. Untuk mengetahui produksi backhoe dapat digunakan Rumus 2.4 sebagai berikut:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \dots\dots\dots \text{(Rumus 2.4)}$$

Dimana :

- Q = produksi excavator (m³/jam)
- q = produksi per siklus (m)
- E = Efisiensi kerja
- Cm = waktu siklus (detik)

Produksi per siklus dapat ditentukan dengan Rumus 2.5 :

$$q = ql \times k \dots\dots\dots (\text{Rumus 2.5})$$

Dimana :

- q = produksi tiap gerakan (m^3)
 ql = kapasitas bucket (m^3)
 k = faktor bucket

Dalam perhitungan produktivitas alat dibutuhkan faktor-faktor yang akan mempengaruhi perhitungan. Faktor-faktor yang mempengaruhi yakni faktor koreksi untuk alat gali, waktu siklus *backhoe* beroda *crawler* dan faktor koreksi menurut kedalaman dan kondisi penggalian. Faktor-faktor tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.5, 2.6 dan 2.7.

Tabel 2.5 Faktor Koreksi (BFF) Untuk Alat Gali

Material	BFF (%)
Tanah dan tanah organik	80 – 110
Pasir dan Kerikil	90 – 100
Lempung Keras	65 – 95
Lempung Basah	50 – 90
Batuan dengan peledak buruk	40 – 70
Batuan dengan peledak baik	70 - 90

(Sumber: Kholil , 2012)

Tabel 2.6 Waktu Siklus *Backhoe* Beroda *crawler* (menit)

Jenis Material	Ukuran Alat		
	< 0,76 m^3	0,94 – 1,72 m^3	>1,72 m^3
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Batuan, lempung keras	0,375	0,462	0,60

(Sumber: Kholil , 2012)

Tabel 2.7 Faktor Koreksi Menurut Kedalaman dan Kondisi Penggalian

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
Dibawah 40 %	0,70	0,90	1,10	1,40
40% - 75%	0,80	1,00	1,30	1,60
Diatas 75%	0,90	1,10	1,50	1,80

(Sumber: Ir.Rochmanhadi, 1992)

2.8.2 Produktivitas *Dump Truck*

Untuk mengetahui produktivitas dump truck perlu diketahui terlebih dahulu waktu siklus dari dump truck.

1. Waktu Siklus *Dumptruck*

Waktu siklus adalah siklus kerja dalam pemindahan material merupakan suatu kegiatan yang berulang. Pekerjaan utama didalam kegiatan tersebut adalah menggali, memuat, memindahkan, membongkar muatan dan kembali ke kegiatan awal. Waktu siklus dump truck meliputi :

- Waktu muat
- Waktu angkut
- Waktu bongkar muatan
- Waktu untuk kembali
- Waktu yang dibutuhkan dumptruk untuk mengambil posisi kembali.

2. Produktivitas *Dump Truck*

Untuk menghitung produksi perjam total dari beberapa dump truck yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.6 :

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \dots\dots\dots \text{(Rumus 2.6)}$$

Dimana :

Q = produksi dump truck (m^3/jam)

q = produksi per siklus (m)

E = Efisiensi kerja

cm = waktu siklus (menit)

Perhitungan waktu siklus untuk dump truck yakni

- Waktu pemuatan ($T1$)
- Waktu pengangkutan (Th)
- Waktu menumpah (Td)
- Waktu kembali (Tr)
- Waktu menunggu (Tw)

Sehingga didapatkan total waktu siklus (cycle time) :

$$= T1 + Th + Td + Tr + Tw$$

Untuk perhitungan waktu siklus dump truck dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

- a. Waktu pemuatan (*Loading Time*) dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.7.

$$T1 = \frac{Cd}{q1} \times K \times cm1 \dots\dots\dots (\text{Rumus 2.7})$$

Dimana :

$T1$ = waktu pemuatan (detik)

Cd = kemampuan muat dump truck (m^3)

$q1$ = kapasitas bucket excavator

k = faktor bucket

$cm1$ = waktu siklus backhoe tiap kali memuat

- b. Waktu pengangkutan (*Hauling time*) dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.8.

$$Th = \frac{D}{v1} \dots\dots\dots (\text{Rumus 2.8})$$

Dimana :

Th = waktu pengangkutan (detik)

D = jarak angkut (m)

$V1$ = kecepatan rata-rata pada saat muatan penuh ($m/menit$)

- c. Waktu kembali (*returning time*) dapat dihitung dengan menggunakan Rumus 2.9.

$$Tr = \frac{D}{v2} \dots\dots\dots(Rumus 2.9)$$

Dimana :

Th = waktu pengangkutan (detik)

D = jarak angkut (m)

V2= kecepatan rata-rata pada saat muatan kosong (m/menit)

2.9 Analisa Biaya

Analisa biaya merupakan suatu tahap yang selalu dilakukan pada saat awal proyek akan berlangsung. Biaya dapat menjadi sesuatu yang menentukan dalam sebuah proyek konstruksi. Rencana anggaran biaya adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk upah dan bahan, serta biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek. Rencana anggaran biaya merupakan pekerjaan perencanaan yang dapat menjembatani anantara kebutuhann desain dan anggaran yang tersedia sehingga suatu pekerjaan sesuai dengan yang diharapkan.

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda di masing-masing daerah, hal ini disebabkan perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja. Harga satuan pekerjaan terdiri dari biaya material, biaya upah pekerja, dan biaya peralatan dimana biaya-biaya tersebut termasuk biaya langsung dalam suatu proyek. Penyusunan rencana anggaran biaya dimulai dengan membuat data tentang harga satuan upah pekerja, harga satuan bahan, analisis harga satuan dan rencana anggaran biaya dan rekapitulasi, semua data ini akan saling terkait satu sama lainnya (Ervianto, 2007).

2.9.1 Volume Pekerjaan

Langkah pertama untuk mengetahui rencana anggaran biaya adalah mengidentifikasi setiap item pekerjaan yang ada dalam proyek (Ervianto, 2007). Pada setiap proyek konstruksi tidak selalu sama jenis maupun jumlah item pekerjaanya. Hal tersebut bergantung pada jenis proyek, lokasi proyek, tingkat kompleksitas

proyek, metode konstruksi, jenis peralatan yang akan digunakan dan faktor lainnya.

2.9.2 Harga Satuan Pekerjaan

Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja atau harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi. Setiap item pekerjaan yang ada dalam sebuah proyek harus teridentifikasi dengan baik sedemikian rupa sehingga seluruh pekerjaan mempunyai nilai atau *value* dalam satuan moneter (Ervianto, 2007). Penyusunan harga satuan disiapkan dalam format yang terstruktur sehingga mudah dipahami dan disiapkan dalam format yang terstruktur sehingga mudah dipahami dan antara komponen bahan dan upah pekerja juga dapat dipisahkan dengan mudah. Harga satuan pekerjaan yang digunakan harus disesuaikan dengan harga dipasaran diwilayah proyek.

2.10 Penjadwalan

Penjadwalan merupakan fase penterjemahan suatu perencanaan ke dalam suatu bentuk diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas itu dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya bisa disesuaikannya menurut kebutuhan yang telah ditetapkan (Suputra, 2011). Penjadwalan meliputi tenaga kerja, material, peralatan, keuangan, dan waktu. Dengan penjadwalan yang tepat maka beberapa macam kerugian dapat dihindarkan seperti keterlambatan, pembengkakan biaya, dan perselisihan.

Dalam sebuah proyek konstruksi, penjadwalan memainkan peranan yang signifikan dalam menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Dengan penjadwalan yang baik, aktivitas-aktivitas dalam sebuah proyek akan berjalan dengan lancar. Dalam merencanakan penjadwalan pada proyek konstruksi dapat menggunakan beberapa metode yakni Diagram Balok (*Bar Chart*) dan Precende Diagram Method (PDM).

2.11 Penelitian Terdahulu

Wahyono, (2007) melakukan penelitian dengan judul “Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan *Basement* “The Adiwangsa Residences And Mall” di Surabaya. Pada penelitian ini menghitung kebutuhan alat berat (jumlah alat berat, dan biaya pelaksanaan) serta penjadwalan pekerjaan *basement*. Dari hasil analisa yang dilakukan didapatkan biaya serta waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan *basement*, dari hasil yang didapat maka bisa ditentukan metode konstruksi yang tepat untuk dilakukan dilapangan sesuai dengan perencanaan penulis.

Zeniya, (2007) melakukan penelitian dengan judul Analisa Perbandingan Secant Pile dan Diaphragm Wall Sebagai Struktur Penahan Tanah Dinding *Basement* Ditinjau Dari Aspek Teknis, Waktu dan Biaya (Studi Kasus : Proyek Hi-Tech Center Surabaya). Pada tugas akhir ini dilakukan analisa perbandingan dinding penahan tanah yang akan digunakan ditinjau dari aspek teknis, waktu dan biaya yang meliputi metode pelaksanaan dinding penahan tanah, merencanakan kebutuhan sumber daya, dan menghitung produktivitas (alat berat dan tenaga kerja). Dengan menggunakan matriks keputusan AHP untuk membandingkannya untuk mendapatkan struktur dinding penahan tanah yang baik untuk dinding *basement*.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan metode konstruksi pekerjaan *basement* pada proyek Apatement One East Residence Surabaya. Perencanaan metode konstruksi akan dimulai dari pemilihan struktur *basement* yang akan digunakannya. Pemilihan metode konstruksi pada masing-masing pekerjaan sesuai dengan tahapan pekerjaan *basement* yakni pada pekerjaan dinding penahan tanah, penggalian, pondasi, dewatering dan pekerjaan pelat lantai. Pemilihan metode konstruksi dilakukan berbeda dengan metode konstruksi yang berada dilapangan saat ini tetapi tetap melihat dari sisi aspek teknis, waktu dan biaya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk merencanakan metode konstruksi pekerjaan *basement*, dengan tinjauan Proyek Apartement One East Residence Surabaya. Saat ini proyek sedang dalam tahap pembangunan. Metode konstruksi yang digunakan untuk pembangunan gedung adalah metode *bottom up*. Pada penelitian ini akan dilakukan 2 skenario pekerjaan, perbedaan dilakukan pada zonasi pekerjaan dan penggunaan alat berat.

3.2 Data Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan data yang dijadikan bahan acuan dalam pelaksanaan penyusunan laporan Tugas Akhir. Data yang dibutuhkan dapat diklasifikasikan dalam dua jenis data, yaitu:

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari hasil peninjauan dan pengamatan langsung dilapangan berupa letak, kondisi lokasi, kondisi bangunan disekitar lokasi. Data primer juga dapat berupa hasil wawancara langsung terhadap pihak yang terkait dalam proyek tersebut, seperti project manager, site manager, dan site office engineer. Wawancara yang guna mengetahui metode konstruksi yang diterapkan dilapangan saat ini.

3.2.2 Data Sekunder

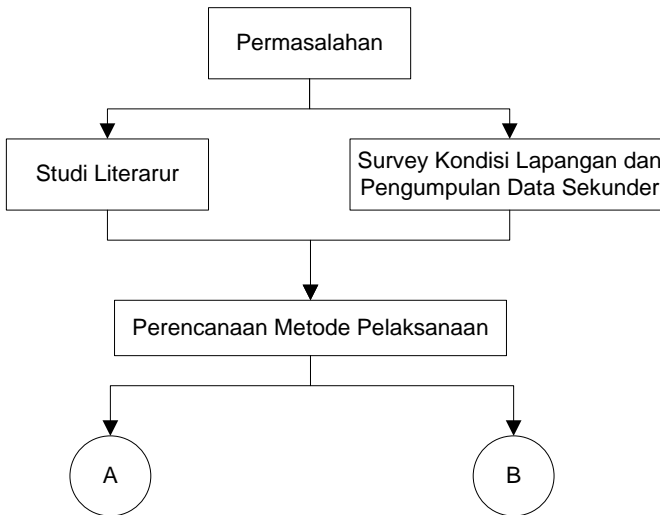
Data sekunder merupakan data pendukung yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir baik dari lapangan serta dari literatur-literatur yang ada. Data ini tidak dapt langsung digunakan sebagai sumber tetapi harus melalui proses pengolahan data untuk dapat digunakan. Dalam penelitian ini didapat dari pihak pelaksana lapangan meliputi :

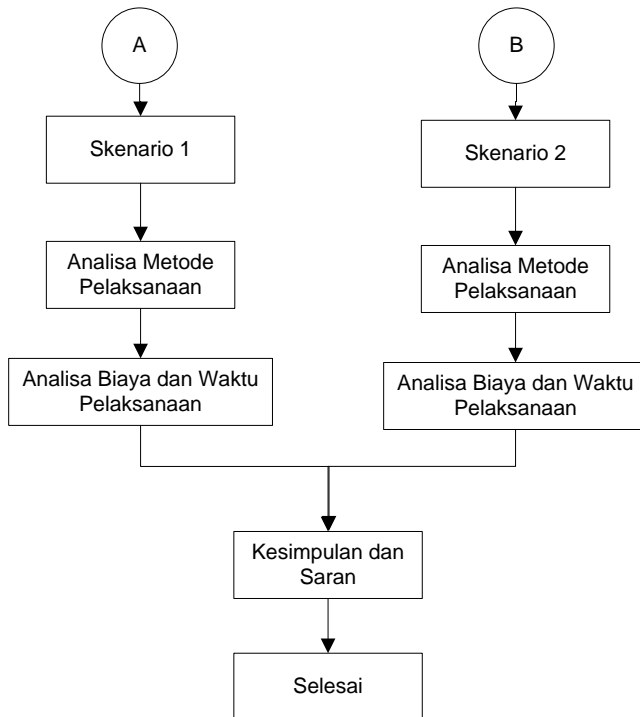
- a. Data tanah (lampiran 1)
- b. Gambar rencana *basement* (lampiran 2)
- c. Penjadwalan proyek

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

Pada bab metodologi penelitian ini, dijelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir tentang “Perencanaan Metode Konstruksi Bottom Up Pekerjaan Basement pada Proyek *Apartement One East Residence* Surabaya”. Tahapan yang akan dilakukan yakni dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, survey lokasi proyek, perencanaan metode konstruksi untuk *basement* serta perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan.

Pada Tugas Akhir ini akan dilakukan dengan 2 skenario tahapan pekerjaan *basement*. Diagram alir pengerjaan Tugas Akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Tugas Akhir

3.4 Analisis Data

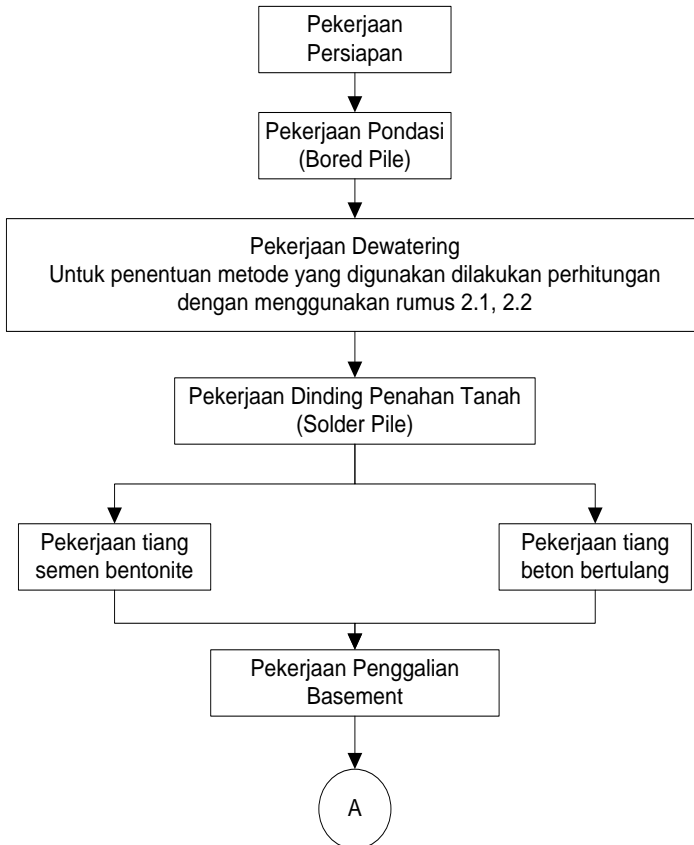
Analisa data terbagi menjadi beberapa tahapan yang dilakukan yaitu:

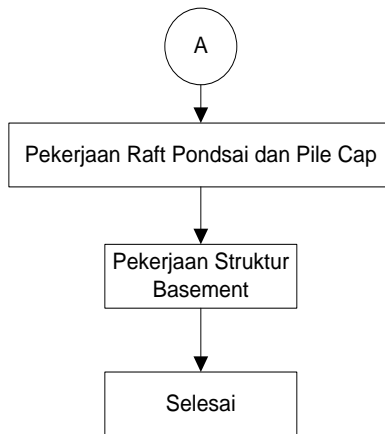
3.4.1 Analisa Metode Pelaksanaan Basement

Analisa metode pelaksanaan basement akan dilakukan dengan memberikan tahapan pelaksanaan pekerjaan *basement*. Metode yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah *bottom up*. Analisa dilakukan mulai dari tahapan pekerjaan, bahan dan peralatan yang digunakan, serta jumlah pekerja.

Metode *bottom up* merupakan metode yang umum digunakan saat ini. Tahapan pekerjaan secara garis besar dimulai dari

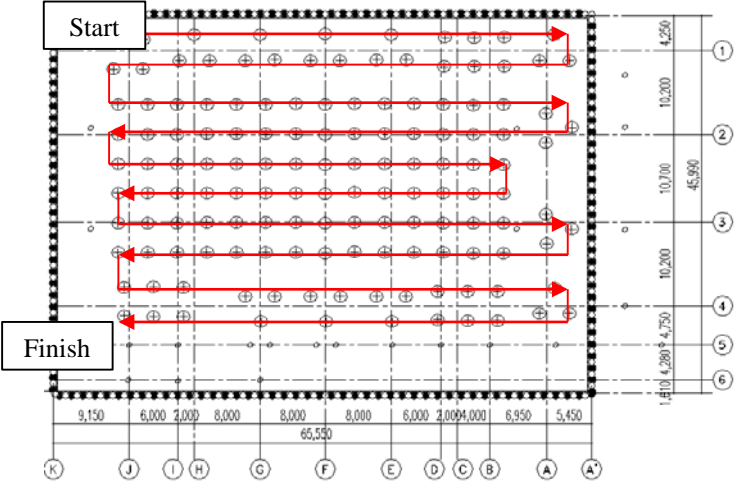
pekerjaan pondasi, pekerjaan dinding penahan tanah, penggalian dan pembuangan tanah, dewatering, dinding *basement* dan lantai *basement* yang dilakukan bertahap keatas. Pada Gambar 3.2 merupakan diagram alir urutan pekerjaan *basement* pada Tugas Akhir.



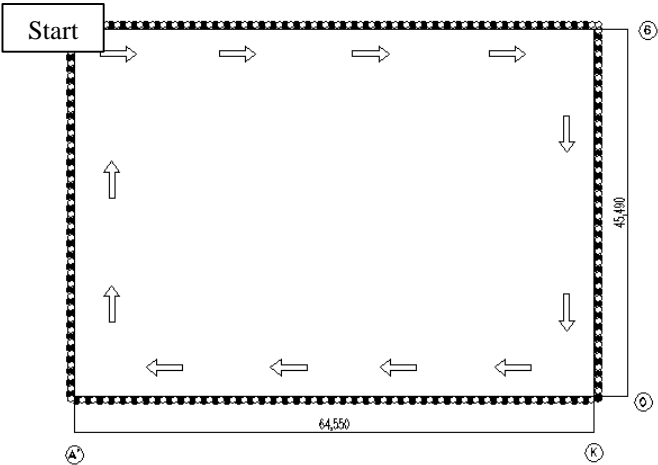


Gambar 3.2 Diagram Alir Urutan Pekerjaan Basement

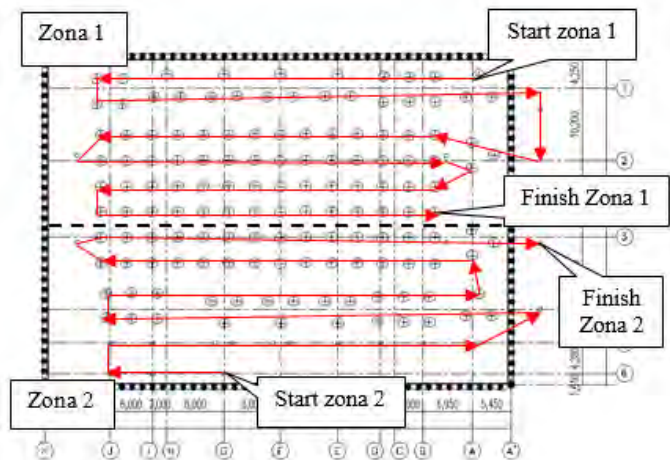
Pada Tugas Akhir ini dilakukan 2 skenario pelaksanaan basement. Perbedaan akan dilakukan dari zonasi pekerjaan dan jumlah alat berat yang digunakan dalam hal ini adalah alat bor. Perbedaan penggunaan alat bor akan berpengaruh terhadap alur pengerjaan dari pekerjaan *bored pile* dan *soldier pile*. Pada skenario pertama digunakan satu alat bor, alur pekerjaan *bored pile* dan *soldier pile* dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan 3.4. Sedangkan pada skenario kedua dilakukan dengan menggunakan 2 unit alat bor, alur pengerjaan *bored pile* dan *soldier pile* dapat dilihat pada Gambar 3.5 dan 3.6.



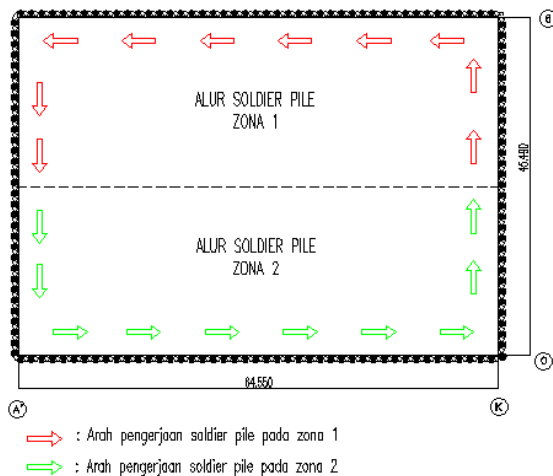
Gambar 3.3 Alur Pengerjaan *Bored Pile* Skenario 1



Gambar 3.4 Alur Pengerjaan *Soldier Pile* Skenario 1



Gambar 3.5 Alur Pengerjaan *Bored Pile* Skenario 2



Gambar 3.6 Alur Pengerjaan *Soldier Pile* Skenario 2

3.4.2 Analisa Biaya dan Waktu Pelaksanaan

Perhitungan dimulai dari mengidentifikasi item pekerjaan yang akan dilakukan. Biaya per item pekerjaan didapatkan dari perkalian antara volume dengan harga satuan pekerjaan. Dimana pada harga satuan pekerjaan sudah termasuk pekerja, harga material dan alat yang digunakan. Dalam perhitungan volume pekerjaan juga dilakukan perhitungan untuk material, pekerja serta peralatan yang dibutuhkan. Sehingga didapatkan biaya yang dibutuhkan pada setiap jenis pekerjaan dengan mengkalikan volume pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan. Dasar perhitungan biaya yang digunakan pada Tugas Akhir dengan menggunakan HSPK Surabaya tahun 2014 dan survey lapangan atau proyek.

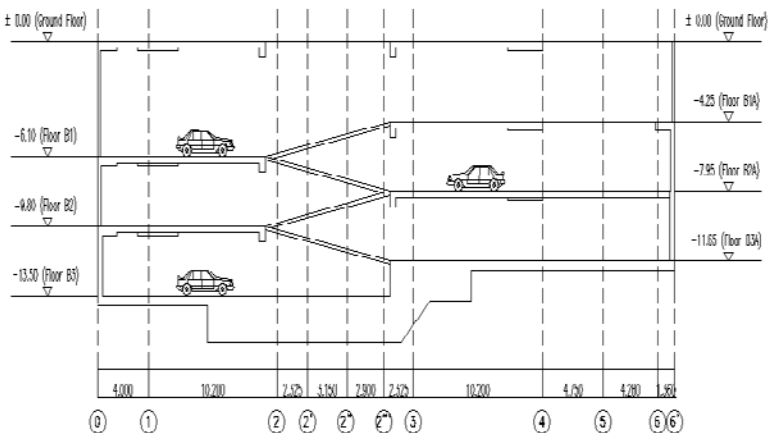
Perhitungan waktu pelaksanaan akan dihitung setiap pekerjaan dengan cara membagi volume pekerjaan dengan nilai tingkat produktivitas pekerja atau alat. Sequencing pekerjaan dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Project*. Pada *Microsoft project* dapat terlihat tahapan pekerjaan yang dilakukan beserta durasi yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan. Durasi pekerjaan sangat tergantung pada volume pekerjaan, jumlah tenaga kerja serta alat yang digunakan dalam pekerjaan tersebut.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Proyek

Metode konstruksi gedung yang digunakan di lapangan adalah metode *bottom up*. Metode *bottom up* dikerjakan mulai dari struktur bawah menerus hingga ke struktur atas. Tahapan pelaksanaan dengan metode *bottom up* yakni dimulai dari pekerjaan dinding penahan tanah (*soldier pile*), pekerjaan pondasi *bored pile*, pekerjaan galian *basement*, dan pekerjaan struktur *basement*.

Lokasi Apartement One East Residence terletak di jalan Kertajaya Indah, Surabaya. Bangunan ini terdiri dari 30 lantai apartemen, dan 3 lantai *basement*. Elevasi pada lantai apartemen yakni 3,4 meter dan 3,7 meter untuk *basement* lantai 2 dan 3, sedangkan tinggi basement lantai 1 adalah 4,25 meter. Pada Gambar 4.1 dapat dilihat potongan lantai *basement*.



Gambar 4.1 Potongan A-A Basement

Kondisi lapangan saat penyusunan Tugas Akhir ini sedang dilakukan pekerjaan galian *basement* dengan menggunakan alat berat sebagai berikut :

Excavator : Komatsu 2 unit
 Dump Truck : Nissan 25 unit
 Tower Crane : 1,3 ton 1 unit

4.2 Data Teknis Proyek

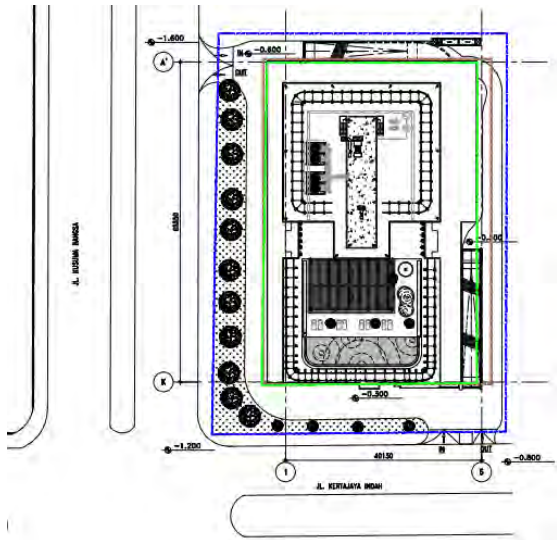
Tugas Akhir ini dilakukan peninjauan pada proyek pembangunan apartement, berikut merupakan data teknis proyek :

Nama Proyek : Pembangunan Apartement *One East Residence*
 Lokasi : Jalan Kertajaya Indah, Surabaya.
 Luas Bangunan : 3014,65 m²

Dapat dilihat Gambar 4.2 peta lokasi proyek, dan Gambar 4.3 site plan proyek.



Gambar 4.2 Denah Lokasi Proyek



Gambar 4.3 Site Plan

4.3 Analisa Metode Pelaksanaan Pekerjaan *Basement*

Metode pelaksanaan konstruksi bangunan yang digunakan adalah metode *bottom up*. Berikut merupakan tahapan pekerjaan serta perhitungan volume *basement*.

4.3.1 Pekerjaan *Soldier Pile*

Dinding penahan tanah yang digunakan adalah *soldier pile*. Pada *soldier pile* ini menggunakan *pile* dari beton bertulang yang diselingi dengan *pile* dari bentonite. Data teknis *soldier pile* adalah sebagai berikut :

Ø tiang beton bertulang : 1000 mm

Ø tiang bentonite : 600 mm

Kedalaman : 24 m, 32 m, dan 34 m

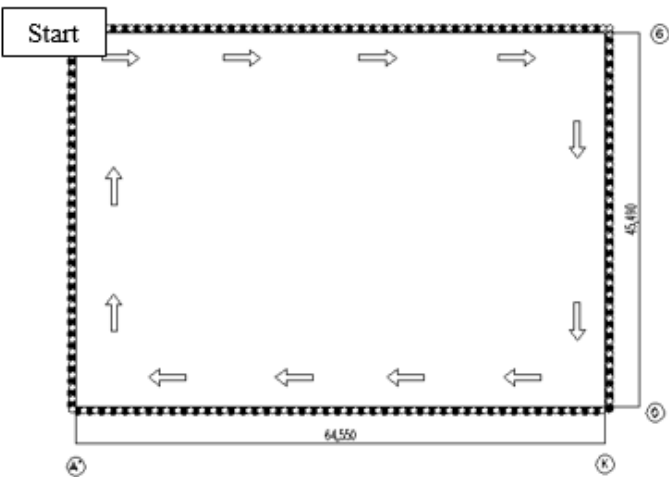
Dengan total tiang bored pile beton bertulang dan tiang bentonite yang digunakan adalah 173 buah. Pada pelaksanaan diproyek terdapat 3 tipe kedalaman yang digunakan untuk dinding penahan tanah. Alur pengerjaan *soldier pile* dapat dilihat pada

Gambar 4.4 Jumlah pile pada setiap zona pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pembagian Zona Pekerjaan *Soldier Pile*

Zona	Kedalaman	Jumlah pile beton bertulang	Jumlah pile bentonite
1	24 m	69	69
	34 m	17	17
2	32 m	69	69
	34 m	18	18

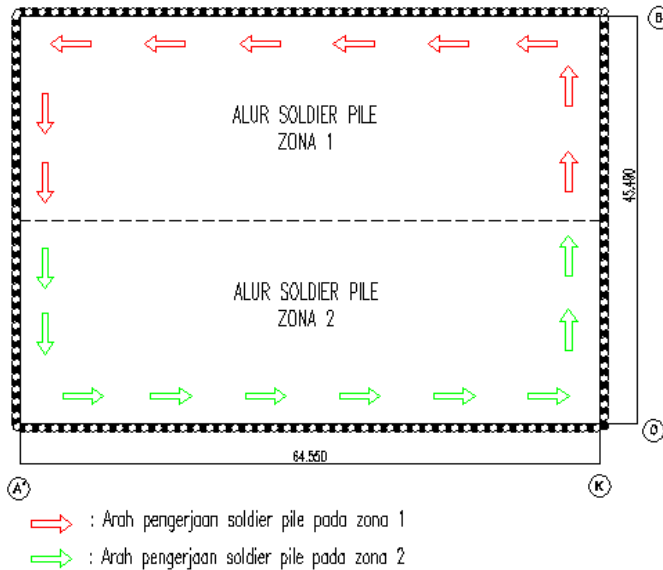
Pada pekerjaan *soldier pile* direncanakan menjadi 2 skenario pekerjaan. Dimana pada skenario pertama dilakukan dengan menggunakan satu *machine soil bored* dan hanya memiliki satu zona pekerjaan. Ilustrasi alur pengerjaan *soldier pile* pada skenario 1 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Alur Pengerjaan *Soldier Pile* Skenario 1

Sedangkan pada skenario kedua dilakukan dengan menggunakan 2 unit *machine soil bored* dan memiliki 2 zona pengerjaan. Sehingga

zona 1 dan zona 2 dapat dikerjakan secara bersamaan. Ilustrasi alur pengerjaan *soldier pile* dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Alur Pengerjaan *Soldier Pile* Skenario 2

Tahapan pelaksanaan dinding penahan tanah *soldier pile* sebagai berikut :

a. Pekerjaan Persiapan

Pada tahap ini dilakukan persiapan peralatan dan bahan yang akan digunakan untuk pekerjaan ini. Bahan yang harus dipersiapkan yakni bentonite dan pabrikasi pembesian. Untuk pekerjaan pabrikasi pembesian dilakukan di lokasi proyek. Selain itu, dilakukan penentuan titik bor sesuai dengan gambar rencana.

b. Pekerjaan Pengeboran

Dilakukan pengeboran pada titik yang sudah ditetapkan pada pekerjaan persiapan. Pengeboran dilakukan dengan

menggunakan *auger bor machine*. Pengeboran dilakukan hingga kedalam 2 m untuk dilakukan pemasangan *temporary casing* untuk menghindari longsoran tanah disekitar lokasi pengeboran. Pengeboran dilanjutkan hingga kedalaman rencana dan mengambil tanah hasil pengeboran dengan menggunakan *cleaning bucket*. Untuk tahapan pekerjaan hingga membentuk dinding penahan tanah adalah :

- Pertama, membuat bentonite pile dengan diameter Ø 800 mm. Pengeboran dilakukan dengan cara double spasi, setelah selesai pengeboran maka dimasukkan bentonite cement yang telah disiapkan sebelumnya.
- Setelah selesai membuat 2 bentonite pile, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan pile beton bertulang Ø 1000 mm. Pile beton bertulang tersebut diletakan diantara bentonite pile yang telah dibuat pada tahapan pertama. Tahapan pekerjaan ini terus dilakukan hingga selesai.

c. Pekerjaan Pemasangan Tulangan

Setelah pekerjaan pengeboran selesai dapat dilanjutkan dengan pemasangan tulangan. Pemasangan tulangan hanya dilakukan untuk tiang beton bertulang, sedangkan untuk tiang bentonite tidak dilakukan pemasangan tulangan. Besi tulangan yang sebelumnya telah dirakit dilokasi proyek dapat dilakukan secara paralel dengan pekerjaan pemasangan besi tulangan kedalam lubang yang telah dibor. Pekerjaan ini dibantu dengan menggunakan *service crane* untuk mengangkat tulangan untuk dimasukan ke dalam lubang bor.

d. Pekerjaan Pengecoran

Pada tiang beton bertulang pekerjaan pengecoran dilakukan dengan menggunakan pipa tremie untuk membantu proses pengecoran. Mutu beton yang digunakan adalah f'c 40 Mpa. Pada ujung pipa tremie digunakan styrofoam untuk menghindari lumpur masuk kedalam pipa, karena akan menghambat beton yang akan dituangkan kedalam. Pada saat pengecoran berlangsung pipa tremie yang digunakan diangkat perlahan dengan menggunakan alat bantu *service crane*, pipa

diangkat perlahan dan tetap dijaga agar pipa tetap terendam \pm 1 m didalam campuran beton. Pengecoran dilakukan hingga campuran beton sampai kepermukaan lubang (meluap) dan bersih dari lumpur. Setelah pekerjaan pengecoran selesai *temporary casing* dapat diambil. Untuk memudahkan pekerjaan digunakan alat berat, berikut merupakan alat yang digunakan pada pekerjaan dinding penahan tanah. Sedangkan untuk pengecoran tiang bentonite dilakukan dengan menggunakan larutan bentonite.

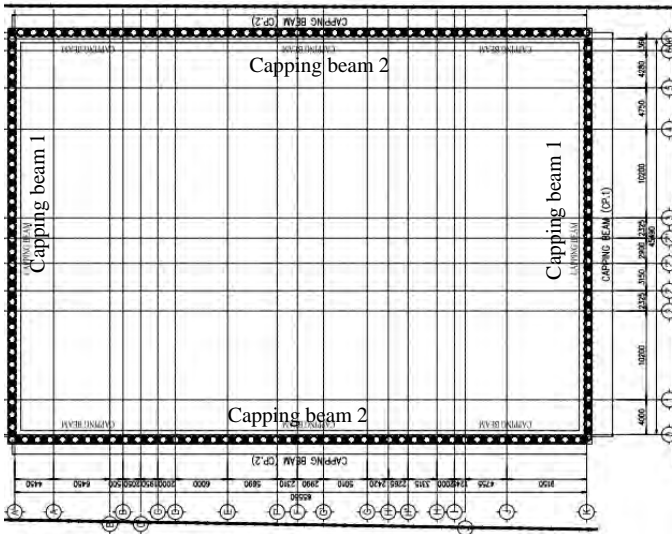
Peralatan yang akan digunakan pada pekerjaan *soldier pile* dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Alat Pada Pekerjaan *Soldier Pile*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Bor Machine	100 m/hari	2 unit
2	Service Crane	35 ton	1 unit
3	Truck Mixer	7 m ³	2 unit
4	Dump Truck	6 m ³	4 unit

Setelah selesai pekerjaan *soldier pile*, pekerjaan dilanjutkan dengan pekerjaan *capping beam*. *Capping beam* merupakan balok penutup pada konstruksi bangunan bawah, tetapi pada proyek ini capping beam juga berfungsi sebagai pengunci pada dinding penahan tanah yakni *soldier pile*. Denah *capping beam* dapat dilihat pada Gambar 4.6. Pada proyek ini *capping beam* yang digunakan memiliki 2 tipe dengan dimensi yang berbeda yakni:

1. Tipe 1 dimensi 1000 x 1000
2. Tipe 2 dimensi 1000 x 700



Gambar 4.6 Denah *Capping Beam*

Berikut merupakan urutan pelaksanaannya :

- a. Pembobokan kepala *soldier pile*
Pekerjaan pembobokan dilakukan secara manual dilakukan oleh pekerja. Pekerjaan ini dilakukan hingga tersisa tulangnya untuk dijadikan stek pondasi sebagai pengikat ke *capping beam*.
- b. Pemasangan bekisting
Pemasangan bekisting dilakukan dari sisi sampingnya saja. Bekisting yang digunakan adalah kayu.
- c. Pemasangan pembersian *capping beam*
Pekerjaan pembersian tulangan yang akan gunakan telah dipersiapkan. Tulangan sudah dipotong sesuai dengan gambar rencana yang telah ada. Kemudian tulangan di rakit langsung pada *capping beam*.
- d. Pekerjaan pengecoran
Setelah tulangan selesai dirakit, maka dapat dilakukan pekerjaan pengecoran. Pekerjaan pengecoran dilakukan

dengan menggunakan *concrete pump* dan *vibrator* untuk memadatkan beton.

Peralatan yang dibutuhkan pada pekerjaan *capping beam* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Alat Pada Pekerjaan *Capping Beam*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Truck mixer	7 m ³	10 unit
2	Concrete Pump	0,5 m ³ /menit	1 unit
3	Vibartor	dia. 1 inchi	2 unit

4.3.1.1 Perhitungan Volume *Soldier Pile*

Perhitungan volume pada pekerjaan ini akan dilakukan pada volume penggalian, volume beton, volume bentonite dan volume pembesian serta perhitungan volume bekisting untuk *capping beam*.

1. Perhitungan Volume Pengeboran *Soldier Pile*

Kedalaman 24 m :

$$\text{Volume galian } \varnothing 1000 = 1 \times 24 \text{ m} = 24 \text{ m}$$

$$\text{Volume galian } \varnothing 600 = 1 \times 24 \text{ m} = 24 \text{ m}$$

2. Perhitungan Beton dan Bentonite *Soldier Pile*

Pada pekerjaan *soldier pile* digunakan 2 macam campuran beton yakni beton dan bentonite. Sehingga untuk volume pekerjaan akan dihitung terpisah sesuai dengan kebutuhan concrete.

Pada kedalaman 24 m

$$\begin{aligned} \text{Volume beton } \varnothing 1000 &= L. \text{ Penampang} \times \text{kedalaman} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \times 24 \\ &= 18,84 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume beton } \varnothing 600 &= L. \text{ Penampang} \times \text{kedalaman} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,6^2 \times 24 \\ &= 6,78 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Pembesian *Soldier Pile*

Pada pekerjaan pembesian *soldier pile* hanya dilakukan pada tiang beton bertulang sedangkan untuk tiang bentonite tidak menggunakan tulangan. Berikut merupakan contoh perhitungan volume tulangan pada kedalaman 24 m:

a) Tulangan utama (22 D25)

Kedalaman 24 m

$$\begin{aligned}\text{Berat tul. D25} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025 \times 0,025 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,853 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Volume total D25

$$\begin{aligned}&= (t + (0,5 \text{ m} \times d)) \times \sum \text{tulangan} \times \text{berat tulangan} \times \sum \text{pile} \\ &= (24 \text{ m} + (0,5 \times 0,025)) \times 22 \text{ bh} \times 3,853 \text{ kg/m} \times 1 \text{ titik} \\ &= 2034,60 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Tulangan spiral (D10 – 150)

Pada kedalaman 24 m

$$\begin{aligned}\text{Berat tul. D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,617 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Volume total spiral

$$\begin{aligned}&= (\pi \times d. \text{pondasi}) \times \frac{(t+0,5)}{\text{Jrk sengkang}} \times \text{berat tul} \times \sum \text{titik} \\ &= (3,14 \times 1) \times \frac{(24+0,5)}{0,15} \times 0,617 \times 1 \\ &= 316,04 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total tulangan} &= 2034,60 \text{ kg} + 316,04 \text{ kg} \\ &= 2350,64 \text{ kg}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan volume pada pekerjaan *soldier pile* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Volume Pekerjaan *Soldier Pile*

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Pengeboran (m)	Beton (m ³)	Tulangan kg
Zona 1			
Tiang Bentonite	2234	631,33	-
Tiang Beton Bertulang	2234	1753,69	218752,49
Zona 2			
Tiang Bentonite	2820	796,93	-
Tiang Beton Bertulang	2820	2213,70	275971,52

4.3.1.2 Perhitungan Volume *Capping Beam*

Perhitungan volume untuk *capping beam* dilakukan pada volume tulangan, beton dan bekisting.

1. Perhitungan Volume Beton *Capping Beam*

Perhitungan volume beton di hitung dalam m³. Pada *capping beam* dilapangan terdiri dari 2 dimensi yang berbeda yakni 1000 mm x 1000 mm dan 1000 mm x 700 mm seperti pada Gambar 4.5. Berikut merupakan perhitungan volume beton.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } 1000 \times 1000 &= P \times l \times t \times \text{jumlah sisi yang sama} \\
 &= 65,55 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 2 \text{ bh} \\
 &= 131,1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume } 1000 \times 700 &= P \times l \times t \times \text{jumlah sisi yang sama} \\
 &= 45,46 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \times 2 \text{ bh} \\
 &= 63,69 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total beton} &= 131,1 \text{ m}^3 + 63,69 \text{ m}^3 \\
 &= 194.79 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Bekisting *Capping Beam*

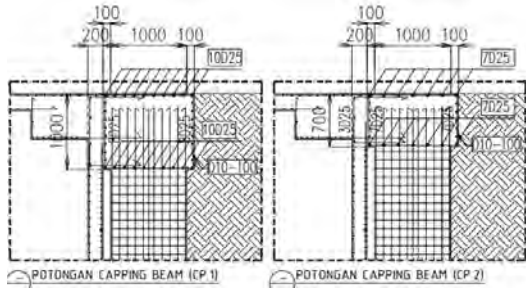
Berikut merupakan perhitungan volume.

$$\text{Bekisting tipe 1} = (p \times t \times \text{jumlah sisi})$$

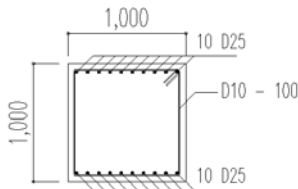
$$\begin{aligned}
 &= (65,55 \times 1 \times 2bh) + (1 \times 1 \times 2bh) \\
 &= 133,1 \text{ m}^2 \\
 \text{Bekisting tipe 2} &= (p \times t \times \text{jumlah sisi}) \\
 &= (45,49 \times 0,7 \times 2 bh) + (1 \times 0,7 \times 2 bh) \\
 &= 65,09 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume total} &= 133,1 \text{ m}^2 + 65,09 \text{ m}^2 \\
 &= 198,19 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Pembesian *Capping Beam*

Perhitungan tulangan bekisting dihitung per kg. Gambar pembesian *capping beam* dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Gambar 4.8 untuk detail pembesiannya.



Gambar 4.7 Penulangan *Capping Beam*



Gambar 4.8 Detail Pembesian *Capping Beam* (CP.1)

Perhitungan pembesian *capping beam* tipe 1

a) Tulangan utama 10 D25

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tulangan D25} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 3,853 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total 10 D25} &= \text{berat tulangan} \times p \times \sum \text{tulangan} \\
 &= 3,853 \text{ kg/m} \times 65,55 \text{ m} \times 10 \text{ bh} \\
 &= 2525,64 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b) Tulangan sengkang D10 - 100

$$\begin{aligned}
 \text{Berat tulangan D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,62 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang sengkang} &= (6D \times 2) + (p \times \text{jml sisi sama}) \\
 &= (6 \times 0,010 \times 2) + (0,92 \times 4) \\
 &= 3,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah sengkang} &= \frac{\text{Panjang tulangan}}{\text{Jarak sengkang}} + 1 \\
 &= \frac{65,55}{0,10} + 1 \\
 &= 656,5 \sim 657 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total D10-100} &= \text{Berat tul.} \times p. \text{ sengkang} \\
 &\quad \times \text{jml. Sengkang} \\
 &= 0,62 \text{ kg/m} \times 3,8 \text{ m} \times 657 \text{ buah} \\
 &= 1547,89 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= 2525,64 \text{ kg} + 1547,89 \text{ kg} \\
 &= 4073,53 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

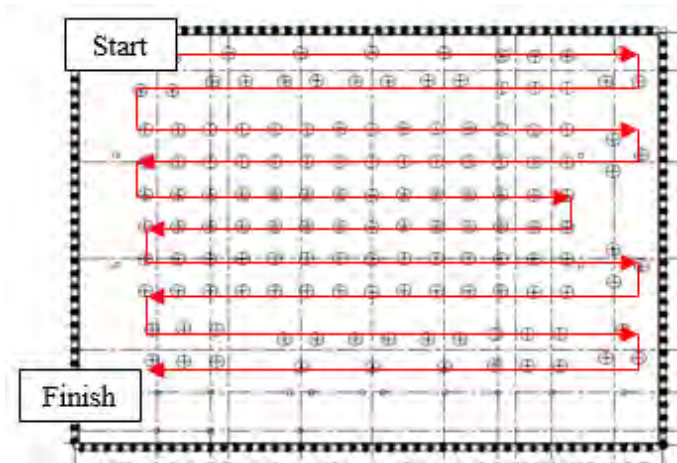
Hasil perhitungan volume pada pekerjaan *capping beam* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Volume Pekerjaan *Capping Beam*

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Tulangan	Beton	Bekisting
	kg	m ³	m ²
Capping Beam	12380,87	194,79	198,19

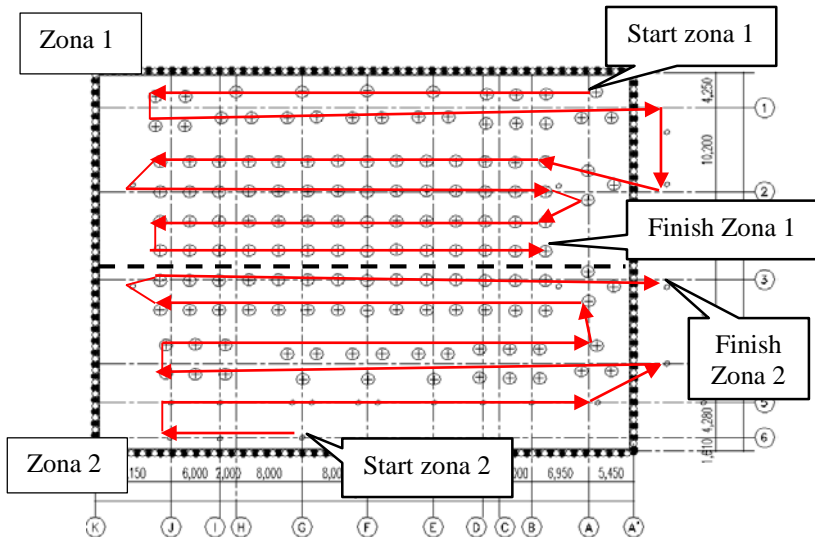
4.3.2 Pekerjaan Pondasi *Bored Pile* dan *King Post*

Pondasi yang digunakan pada proyek ini adalah pondasi dengan *bored pile*. Pada pekerjaan *bored pile* direncanakan menggunakan 2 skenario pengerjaan. Dimana pada skenario pertama dilakukan dengan menggunakan satu alat *machine soil bore* dan hanya memiliki satu zona pengerjaan. Ilustrasi alur pengerjaan *bored pile* skenario 1 dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Alur Pengerjaan *Bored Pile* Skenario 1

Pada skenario kedua dilakukan dengan menggunakan dua alat *machine soil bored* dan memiliki dua zonasi pengerjaan. Sehingga pada kedua zona tersebut dapat dilakukan secara bersamaan. Ilustrasi alur pengerjaan *bored pile* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Alur Pengerjaan *Bored Pile* Skenario 2

Data teknis *bored pile* dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Data Teknis *Bored Pile*

Ø Bored Pile (mm)	Jumlah pile (buah)
Zona 1	
1200	84
600	2
800	9
Zona 2	
1200	55
600	15
800	9

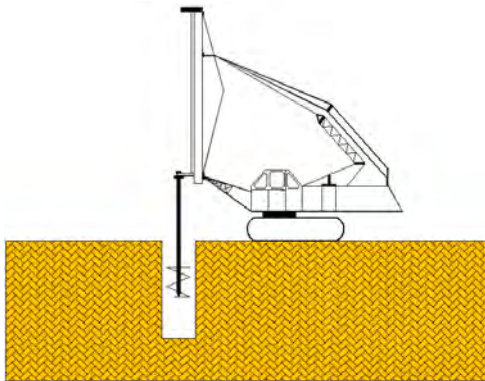
Urutan pekerjaan pondasi *bored pile* sebagai berikut:

a. Pekerjaan Persiapan

Dilakukan dengan melakukan penentuan titik bor serta perakitan tulangan untuk pondasi *bored pile*.

b. Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan dengan menggunakan *auger bor machine*. Pertama, pengeboran dilakukan hingga kedalaman 2 m, setelah itu dimasukan *temporary casing* dengan diameter hampir sama dengan diameter pondasi. Pemasangan *casing* ditujukan untuk mencegah kelongsoran tanah pada saat proses pengeboran. Pengeboran dilakukan hingga elevasi rencana dengan menggunakan *cleaning bucket*. *Cleaning bucket* berfungsi untuk mengambil tanah hasil pengeboran. Tanah hasil pengeboran ditampung sementara di kantong lumpur untuk mengeringkan tanah tersebut. Setelah tanah kering kemudian tanah tersebut diangkut oleh *dump truck* ke tempat pembuangan. Pada Gambar 4.11 dapat dilihat ilustrasi pengeboran *bored pile*.

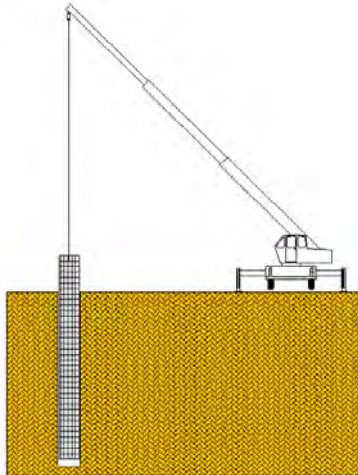


Gambar 4.11 Pengeboran *Bored Pile*

c. Pekerjaan Pemasangan Tulangan

Setelah selesai melakukan pengeboran dilakukan pemasangan tulangan *bored pile*. Pekerjaan perakitan tulangan dapat

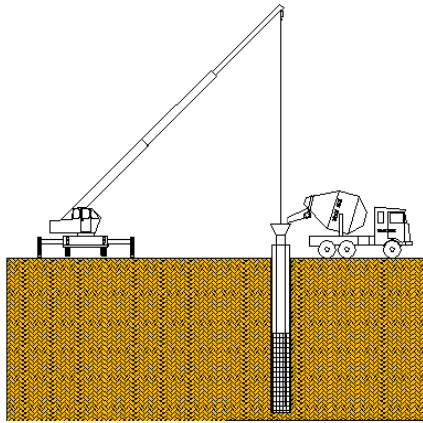
dilakukan secara parallel dengan pekerjaan pengeboran, proses perakitan tulangan dilakukan dilokasi proyek. Proses memasukan tulangan kedalam lubang pondasi *bored pile* dilakukan dengan menggunakan *service crane* seperti pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pemasangan Tulangan

d. Pekerjaan Pengecoran

Setelah tulangan dimasukan dilanjutkan dengan pekerjaan pengecoran pondasi *bored pile* tersebut. Pengecoran dilakukan hingga ± 1 m diatas *cut off pile cap*. Pekerjaan ini dilakukan dengan menggunakan *pipa tremie* untuk memasukan concrete kedalam lubang pondasi. Untuk mencegah lumpur masuk kedalam pipa tremie pada ujung pipa diberikan *Styrofoam*. Setelah semua siap maka pengecoran dapat dilakukan dengan menggunakan *truck mixer* seperti pada Gambar 4.13. Secara perlahan pipa tremie diangkat selama proses pekerjaan pengecoran. Setelah selesai pekerjaan pengecoran, *temporary casing* dapat dicabut.

Gambar 4.13 Pengecoran *Bored Pile*

Pada pekerjaan *bored pile* alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Alat Pada Pekerjaan *Bored Pile*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Auger Bor Machine	100 m/hari	2 unit
2	Service Crane	35 ton	1 unit
3	Dump Truck	6 m ³	4 unit

Kolom yang akan digunakan untuk tumpuan baja memiliki diameter 800 mm. Pekerjaan ini dilakukan bersamaan dengan pengeboran *bored pile*. Penggunaan kolom *king post* hanya digunakan untuk pekerjaan *basement*, setelah selesai pekerjaan *basement* kolom *king post* tersebut dibongkar kembali. Tahapan pekerjaan dan peralatan yang digunakan pun sama dengan tahapan pekerjaan *bored pile*.

4.3.2.1 Perhitungan Volume *Bored Pile*

Pada pekerjaan pondasi *bored pile* dilakukan perhitungan volume pada pekerjaan galian, beton dan tulangan. Perhitungan dilakukan dengan melihat gambar rencana.

1. Perhitungan Volume Pengeboran Pondasi *Bored Pile*

$$\text{Volume galian } \varnothing 1200 = 1 \times 42 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

$$\text{Volume galian } \varnothing 600 = 1 \times 42 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

2. Perhitungan Volume Beton Pondasi *Bored Pile*

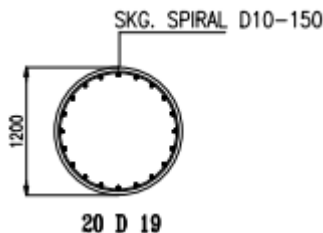
Volume beton pada pekerjaan *bored pile* dilebihkan ± 1 m. Dengan kedalaman pengeboran 42 m, dan tinggi pengecoran 31 m pada level -11,65 m.

$$\begin{aligned} \text{Volume beton } \varnothing 1200 &= \text{L. Penampang} \times \text{kedalaman} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1,2^2 \times 31 \\ &= 35,04 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume beton } \varnothing 600 &= \text{L. Penampang} \times \text{kedalaman} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,6^2 \times 31 \\ &= 8,76 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Tulangan Pondasi *Bored Pile*

Perhitungan volume untuk tulangan dilakukan per kg. Pada Gambar 4.14. Dapat dilihat detail penulangan *bored pile*. Berikut merupakan contoh perhitungan volume tulangan:



Gambar 4.14 Detail Penulangan *Bored Pile*

- a) Tulangan utama (20 D19)

$$\begin{aligned}\text{Berat D19} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,019^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2,226 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Vol. total tul D19

$$\begin{aligned}&= (t + (0,5 \times d)) \times \sum \text{tulangan} \times \text{berat tulangan} \times \sum \text{pile} \\ &= (19,5 \text{ m} + (0,5 \times 0,019)) \times 20 \text{ bh} \times 2,226 \text{ kg/m} \times 1 \text{ titik} \\ &= 1290,67 \text{ kg}\end{aligned}$$

- b) Tulangan spiral (D10 – 150)

$$\begin{aligned}\text{Berat D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,617 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Vol. total tul D10

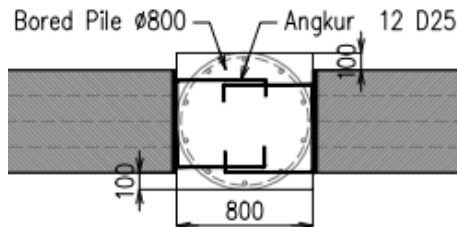
$$\begin{aligned}&= (\pi \times d. \text{pondasi}) \times \frac{(t+0,5)}{\text{Jrk sengkang}} \times \text{berat tul} \times \sum \text{titik} \\ &= (3,14 \times 1,2) \times \frac{(19,5+0,5)}{0,15} \times 0,617 \times 1 \\ &= 456,65 \text{ kg}\end{aligned}$$

4.3.2.2 Perhitungan Volume King Post

Perhitungan volume pada *king post* dilakukan pada volume tulangan, beton serta pengeboran.

1. Perhitungan Volume Galian Kolom *King Post*

Kolom *king post* memiliki diameter 800 mm dan kedalaman 30 m. Pada Gambar 4.15 Dapat dilihat detail *king post*. Berikut merupakan perhitungan volume galian untuk kolom *king post*:



Gambar 4.15 Detail *King Post*

$$\text{Volume galian } \varnothing 800 = 1 \times 42 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

2. Perhitungan Volume Beton Kolom *King Post*
- $$\begin{aligned}\text{Volume beton } \varnothing 800 &= L. \text{ Penampang} \times \text{kedalaman} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,8^2 \times 42 \\ &= 21,10 \text{ m}^3\end{aligned}$$

3. Perhitungan Tulangan Kolom *King Post*

a) Tulangan utama (12 D16)

$$\begin{aligned}\text{Berat D16} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,016^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,578 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. total tul 12D16} &= t \times \text{berat tulangan} \times \sum \text{tulangan} \times \sum \text{pile} \\ &= 42 \text{ m} \times 1,578 \text{ kg/m} \times 12 \text{ bh} \times 1 \text{ titik} \\ &= 795,23 \text{ kg}\end{aligned}$$

- b) Tulangan spiral

$$\begin{aligned}\text{Berat D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,617 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. total tul D10-200} &= (\pi \times d) \times (t + 0,5) / \text{jarak sengkang} \times \text{berat tulangan} \times \sum \text{titik} \\ &= (3,14 \times 0,8) \times (42 / 0,10) \times 0,617 \text{ kg/m} \times 1 \text{ titik} \\ &= 2454,45 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. total tul D10-200} &= (\pi \times d) \times (t + 0,5) / \text{jarak sengkang} \times \text{berat tulangan} \times \sum \text{titik} \\ &= (3,14 \times 0,8) \times (12 / 0,20) \times 0,617 \text{ kg/m} \times 1 \text{ titik} \\ &= 328,94 \text{ kg}\end{aligned}$$

Pada Tabel 4.8 dapat dilihat volume pada pekerjaan *bored pile* dan *king post*.

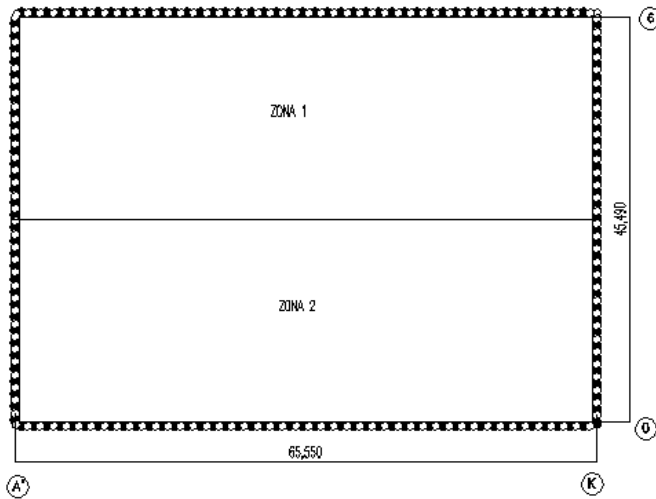
Tabel 4.8 Volume Pekerjaan *Bored Pile* dan *King Post*

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Pengeboran	Beton	Tulangan
	(m)	(m ³)	kg
Zona 1			
Ø 1200	3528	2753,65	146775,04
Ø 600	84	16,39	1417,15
Ø 800	378	189,91	10117,53
Volume Total	3990	2959,95	158309,73
Zona 2			
Ø 1200	2310	1927,33	102699,52
Ø 600	630	131,41	99481,18
Ø 800	378	189,91	10117,53
Volume Total	3318	2248,65	212298,24

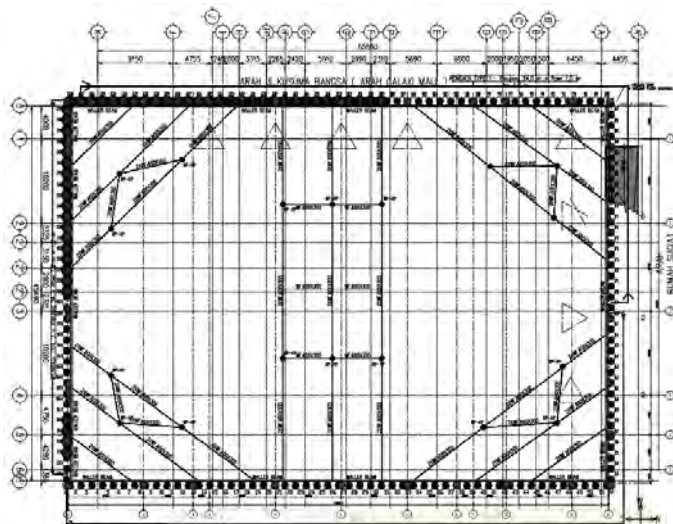
4.3.3 Pekerjaan Galian Basement

Pada pekerjaan galian dibagi menjadi 2 zona pekerjaan. Kedalaman penggalian yaitu -11,65 m dan -13,50 m. Metode penggalian dilakukan dengan menggunakan metode *open cut* dengan penahan. Penahan yang digunakan adalah baja WF, yang dipasang untuk menahan dinding penahan tanah. Dari kondisi galian basement yang tidak terlalu besar maka baja penahan diletakan langsung dari sisi satu ke sisi yang lainnya.

Tahapan pekerjaan galian dilakukan secara bertahap dan berbarengan dengan pekerjaan *strutting* baja dan pekerjaan dewatering. Baja yang digunakan adalah WF 600 x 300, baja disambung dengan menggunakan las dan baut pada *soldier pile* dan *king post* yang telah disiapkan sebelumnya. Denah pembagian zona penggalian dan denah pekerjaan *strutting* baja dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17.



Gambar 4.16 Pembagian Zona Pekerjaan Penggalian

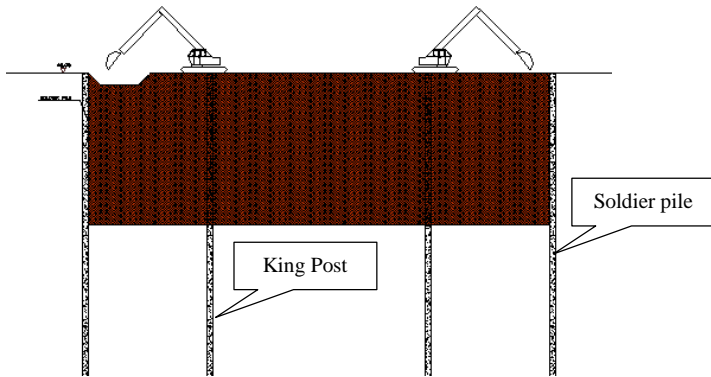


Gambar 4.17 Denah Strutting Baja

Berikut merupakan tahapan pekerjaan galian dan pemasangan baja penahan tanah yang akan dilakukan :

a) Tahap 1

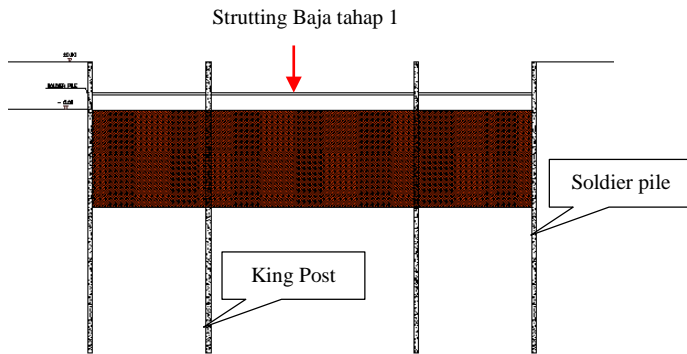
Penggalian tanah tahap 1 dilakukan hingga elevasi – 5 m pada kedua zona galian. Pada pekerjaan ini digunakan alat bantu penggalian yaitu dengan menggunakan 1 unit *excavator* PC-60 pada masing-masing zona galian. Ilustrasi pengerjaan dapat dilihat pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Penggalian Tanah Tahap 1

b) Tahap 2

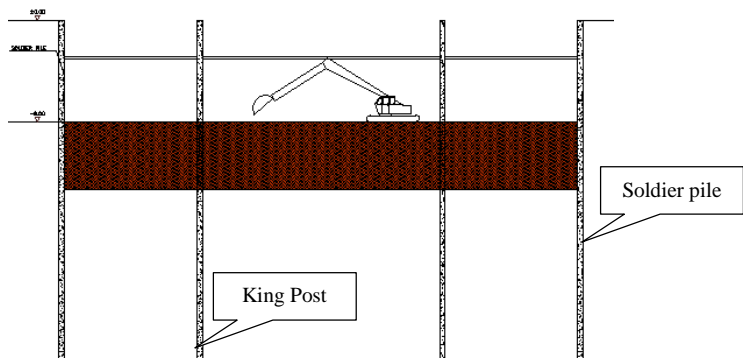
Pemasangan baja pada layer 1 dengan elevasi – 3,2 m. Baja dipasang pada embeded yang berada pada *soldier pile* serta *king post* serta dilakukan pengelasan pada saat penyambungannya. Pada Gambar 4.19 dapat dilihat kondisi baja yang telah terpasang pada layer 1.



Gambar 4.19 Pemasangan Strutting Baja Layer 1

c) Tahap 3

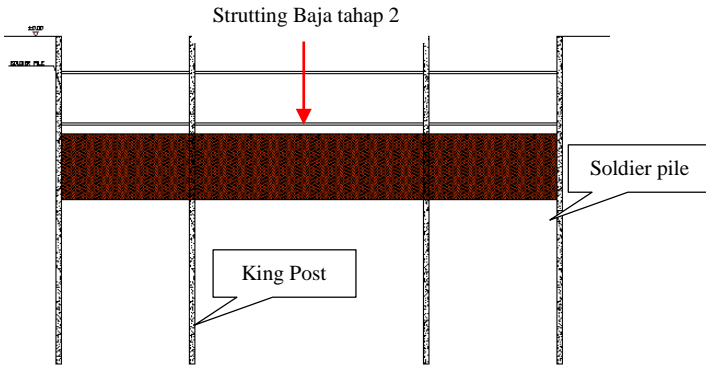
Pembuatan *temporary ramp* dan penggalian tanah pada zona A dan B hingga elevasi -9 m dengan menggunakan *excavator PC-60* pada masing-masing zona. Pada Gambar 4.20 dapat dilihat pekerjaan penggalian tanah tahap 2.



Gambar 4.20 Penggalian Tanah Tahap 2

d) Tahap 4

Setelah selesai melakukan penggalian hingga pada elevasi -9, selanjutnya dilakukan pemasangan strutting layer 2 pada elevasi -8. Pada Gambar 4.21 dapat dilihat baja pada layer 2 sudah terpasang.

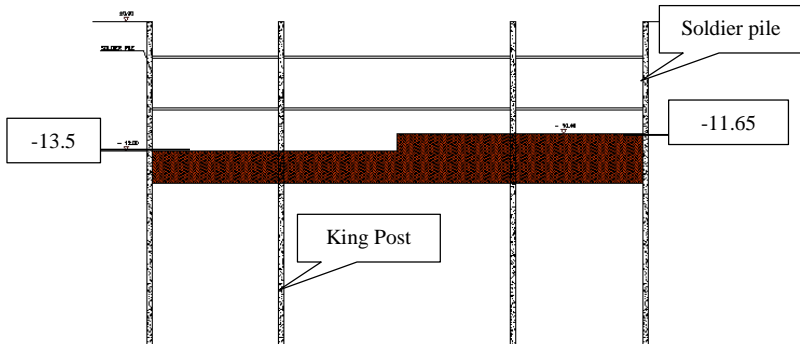


Gambar 4.21 Pemasangan Strutting Baja Layer 2

e) Tahap 5

Dilakukan penggalian hingga elevasi rencana yakni pada elevasi -11,65 dan -13,50. Pada tahapan ini dilakukan dengan menggunakan *excavator* PC-60 dan PC-200. PC-60 berfungsi untuk menggali pada jangkauan yang sulit dicapai oleh PC-200 yakni pada elevasi rencana yang letaknya jauh dari temporary ramp yang dibuat dan berada dibawah strutting baja. Kemudian PC-200 diposisikan pada temporary ramp untuk mengangkut tanah yang telah digali sebelumnya oleh *excavator* PC-60. Hal ini dilakukan karena dumptruck sudah tidak dapat masuk kembali ke lokasi penggalian sehingga dibutuhkan *excavator* dengan kapasitas yang lebih besar. Pada Gambar 4.22 dapat dilihat kondisi galian yang telah berada

pada elevasi rencana serta baja penahan yang telah terpasang.



Gambar 4.22 Penggalan Tanah Tahap 3

Untuk lebih jelas dalam tahapan pengerjaan penggalian dapat dilihat pada lampiran 5. Pada pekerjaan penggalian dilakukan dengan menggunakan bantuan alat berat. Alat yang digunakan pada pekerjaan galian *basement* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Alat Pada Pekerjaan Galian *Basement*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Excavator PC-60	0,36 m ³	2 unit
2	Excavator PC-200	0,93 m ³	1 unit
3	Dumptruck	6 m ³	8 unit
4	Tower Crane	1,3 ton	1 unit

Pekerjaan strutting baja disambung dengan cara di las dan di baut pada pelat yang telah disediakan. Berikut merupakan tahapan pekerjaan pemasangan baja :

a. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan yang dilakukan adalah persiapan balok WF di lokasi proyek. Balok WF yang digunakan untuk strutting adalah IWF 600x300x12x20. Balok yang datang ke

lokasi proyek sudah difabrikasi sebelumnya sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan.

b. Pekerjaan Pemasangan Baja

Balok IWF nantinya akan bertumpu pada kolom beton bertulang yang telah di siapkan sebelumnya. Balok IWF diangkat dengan menggunakan tower crane. Balok tersebut disambungkan pada kolom tersebut dengan menggunakan baut dan las. Sebelumnya pada kolom dipasang pelat baja guna menyambung balok IWF dan kolom.

Pekerjaan pemasangan ini dilakukan secara bertahap, disesuaikan dengan pekerjaan galian basement. Dalam proyek ini memiliki 3 tahapan pemasangan strutting baja sesuai dengan yang telah dijelaskan diatas.

4.3.3.1 Perhitungan Volume Galian *Basement*

Pada pekerjaan penggalian *basement* terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan seperti yang telah dijelaskan diatas sehingga perhitungan volume akan dilakukan pertahapan pekerjaan. Perhitungan volume yang akan dilakukan yakni volume untuk pekerjaan penggalian dan volume pekerjaan pemasangan baja.

Berikut merupakan perhitungan volume:

1. Perhitungan Volume Galian

Perhitungan dilakukan pertahapan galian untuk mengetahui volume galian pertahapnya. Tanah galian bersifat lempung, sehingga swelling faktor yang digunakan 30% dari volume tanah. Berikut merupakan perhitungan volume galian :

Tahap I

Pada tahap ini dilakukan penggalian sedalam 5 m.

$$\begin{aligned}\text{Volume galian zona 1} &= \text{Luas galian} \times \text{kedalaman} \\ &= 65,55 \text{ m} \times 22,575 \text{ m} \times 5 \text{ m} \\ &= 7398,956 \text{ m}^3 \text{ (bank condition)}\end{aligned}$$

$$\text{Swell 30\%} = 9618,64 \text{ m}^3 \text{ (loose condition)}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume galian zona 2} &= \text{Luas galian} \times \text{kedalaman} \\ &= 65,55 \text{ m} \times 21,915 \text{ m} \times 5 \text{ m} \\ &= 7182,641 \text{ m}^3 \text{ (bank condition)}\end{aligned}$$

Swell 30% = 9337,43 m³ (loose condition)

Pada Tabel 4.10 dapat dilihat volume penggalian pada setiap tahapan penggalian.

Tabel 4.10 Volume Pekerjaan Galian Tanah *Basement*

Tahap	Zona	Kedalaman (m)	Bank Condition (m ³)	Loose Condition (m ³)
I	1	5	7398,956	9618,643
	2		7182,641	9337,434
II	1	4	5919,165	7694,915
	2		5746,113	7469,947
III	1	2,65	3921,447	5097,881
	2	4,5	6974,601	9066,982
Total			37142,924	48285,801

2. Perhitungan Volume Baja Penahan

Baja yang digunakan adalah IWF 600x300x12x20

Berat profil : 151 kg/m

Panjang baja per layer : 450 m

Totak kebutuhan baja per layer = P. baja x berat profil
 = 450 m x 151 kg/m
 = 67950 kg

Total kebutuhan baja = 2 x 67950 kg
 = 135900 kg

4.3.4 Pekerjaan Dewatering

Pekerjaan dewatering dilakukan dengan tujuan untuk mengendalikan air (air tanah / permukaan) agar tidak mengganggu atau menghambat proses pelaksanaan konstruksi. Terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada dalam tanah atau di bawah muka air tanah.

Untuk mengetahui penurunan muka air tanah disekitar rencana galian maka dilakukan observasi di lokasi proyek. Observasi dilakukan untuk mengetahui ketinggian muka air tanah di lokasi proyek tersebut. Observasi dilakukan dengan membuat sumur *piezometer* atau sumur pantau. Pada sumur pantau tersebut dilakukan pemompaan air tanah selama satu jam untuk mengetahui ada tidaknya air tanah.

Pada proyek ini telah dilakukan observasi oleh pihak pelaksana, dan diketahui bahwa pada proyek ini tidak ditemukannya muka air tanah. Dari hasil observasi tersebut serta hasil tes tanah pada laboratorium disimpulkan bahwa tanah tersebut kedap air, sehingga dewatering hanya dilakukan dengan menggunakan *submersible pump*.

4.3.4.1 Perencanaan Dewatering

Pada pekerjaan dewatering akan dilakukan dengan menggunakan *submersible pump*. Berikut merupakan perhitungan debit air dan jumlah pompa yang akan digunakan pada proyek ini.

1. Perencanaan Dewatering

Sistem dewatering yang akan digunakan pompa dalam (*submersible pump*). Data tanah dapat dilihat pada lampiran 1.

2. Perhitungan Dewatering

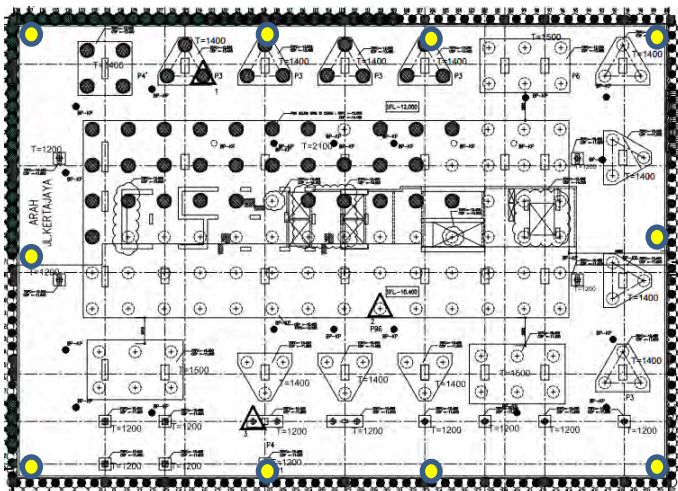
Jenis tanah	: Soft clay
<i>Permeability</i> (k)	: diabaikan (Tabel 2.1)
Intensitas hujan	: 125 mm/jam
Luas galian	: $3000 \text{ m}^2 = 0,003 \text{ km}^2$
Kedalaman galian	: 13,5 m
Kedalaman muka air tanah	: 1.5 m
Koefisien pengaliran (c)	: 0,3 (Tabel 2.2)
Kapasitas pompa	: 200 lt/menit
Waktu pengeringan	: 24 jam

Karena jenis tanah *soft clay* sehingga nilai *permeability* tanah dapat diabaikan. Dengan menggunakan rumus rasional didapatkan debit air permukaan yang harus dibuang :

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,278 \text{ C x I x A} \\
 &= 0,278 \times 0,4 \times 125 \text{ mm/jam} \times 0,003 \text{ km}^2 \\
 &= 0,031275 \text{ m}^3/\text{dtk} \\
 &= 1876,5 \text{ lt/mnt}
 \end{aligned}$$

$$\text{Perkiraan submersible pump} = \frac{1876,5}{200} = 9,6 \text{ buah} \sim 10 \text{ buah.}$$

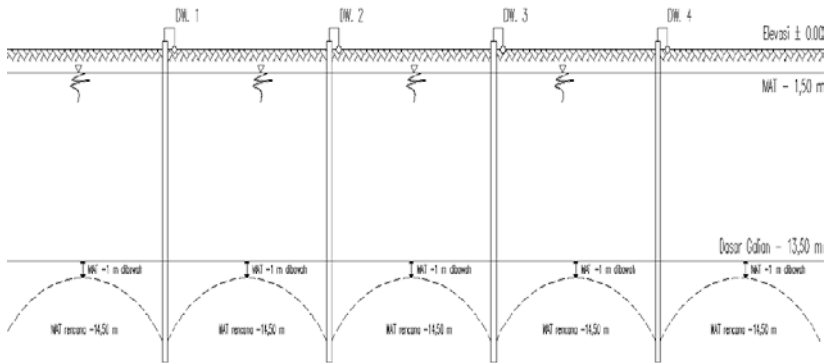
Pompa akan dipasang pada kedalaman 19 m. Dapat dilihat pada Gambar 4.23 untuk penempatan sumur dewatering dan Gambar 4.24 potongan rencana sumur dewatering.



Keterangan :

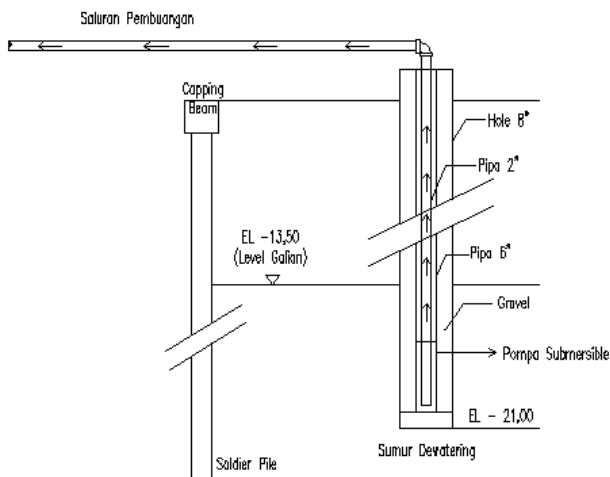
● : sumur dewatering

Gambar 4.23 Denah Sumur Dewatering



Gambar 4.24 Potongan A-A

Pekerjaan dewatering diperlukan untuk mengerjakan lahan galian dibawah muka air tanah dan untuk mengatasi gaya uplift selama pekerjaan basement berlangsung. Pekerjaan dewatering harus dilakukan sampai bangunan selesai atau berat konstruksi bangunan dapat mengimbangi gaya *uplift*. Sistem kerja dewatering dapat dilihat pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Sistem Kerja Dewatering

Air yang berada di area galian gedung dipompa keluar dengan menggunakan pompa *submersible*. Air yang dipompa akan dibuang langsung ke saluran pembuangan, karena sifat tanah kedap air sehingga tidak dibutuhkan untuk pembuatan sumur *recharging* dan sumur pantau. Pekerjaan dewatering ini dilakukan selama pekerjaan struktur bawah dilakukan secara terus menerus.

Metode yang akan digunakan adalah metode *cut off* dengan menggunakan dinding penahan tanah kedap air yakni dengan menggunakan *soldier pile*. Berikut merupakan tahapan pekerjaan untuk dewatering:

1. Penentuan Titik Dewatering

Penentuan titik pemasangan pompa *submersible pump* dilakukan oleh tim surveyor. Penentuan titik dewatering dilakukan pada saat pekerjaan *soldier pile* selesai dilakukan. Pekerjaan dewatering dilakukan bersamaan dengan pekerjaan pembuatan *bored pile*, sehingga pada saat pekerjaan penggalian dimulai sistem dewatering sudah dapat dilakukan.

2. Pembuatan Pit dan Saluran

Pembuatan pit dan saluran dilakukan untuk melokalisasi air agar tidak menggenang sehingga tidak mengganggu pekerjaan galian. Saluran akan dibuat sepanjang tepi galian didalam area galian, kemudian dibuatkan pit dan stand by pompa permukaan.

3. Sistem Saluran Pembuangan

Sistem saluran pembuangan berfungsi sebagai over flow tampungan dalam pit dan kemudian akan dibuang ke saluran yang ada disekitar lokasi pembangunan.

4. Pemasangan Pompa *Submersible*

Perlengkapan yang dibutuhkan untuk instalasi *submersible pump* adalah perlengkapan elektroda, pipa penghantar air dan instalasi kabel listrik. Instalasi listrik dari genset ke panel induk dan menuju panel otomatis *submersible pump*.

5. Penutupan Sumur Dewatering

Pada tahap terakhir setelah pekerjaan dewatering selesai maka dilakukan penutupan sumur dewatering dengan system grouting.

Pada pekerjaan dewatering alat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Alat Pada Pekerjaan Dewatering

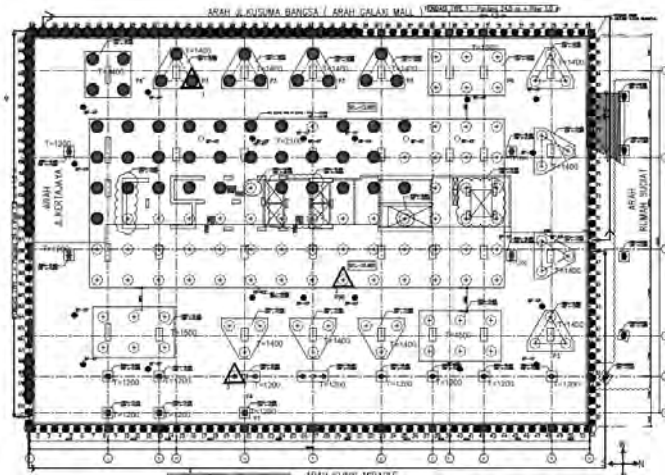
No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Mesin bor/hand bor	18 – 20 m	1
2	Pompa submersible	200 l/mnt	10 unit
3	Pipa PVC sumur dewatering	Ø 6"	± 190 m

4.3.5 Pekerjaan Struktur *Basement*

Pekerjaan struktur basement terdiri dari pekerjaan *pile cap*, *raft foundation*, pelat lantai, kolom, balok, dinding basement, *ramp* dan tangga. Pekerjaan ini dilakukan setelah pekerjaan penggalian basement selesai dilakukan.

4.3.5.1 Pekerjaan *Pile Cap* dan *Raft Foundation*

Pada proyek ini digunakan *raft foundation* ditengah bangunan sedangkan untuk daerah pinggir bangunan digunakan *pile cap*. Denah pondasi yang digunakan di proyek dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Denah *Pile Cap* dan *Raft Foundation*

Raft foundation merupakan pondasi balok beton yang memiliki ketebalan lebih dari 2 m sedangkan untuk ketebalan *pile cap* antara 1,2 – 1,5 m. Berikut merupakan tahapan pekerjaan *pile cap* :

a. Pekerjaan Persiapan

Dilakukan persiapan peralatan dan material yang akan digunakan.

b. Pekerjaan Pembobokan Kepala *Bored Pile*

Pekerjaan pembobokan kepala *bored pile* dilakukan hingga tersisa tulangnya saja. Tulangan *bored pile* akan berfungsi sebagai pengikat ke *pile cap*. Pekerjaan ini dilakukan secara manual oleh pekerja dengan menggunakan palu.

c. Pekerjaan Pemasangan Bekisting

Sebelum dilakukan pemasangan bekisting dilakukan pembuatan lantai kerja dengan menggunakan beton. Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan *pile cap* yaitu batako. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan bekisting batako tidak perlu dilakukan pembongkaran bekisting, sehingga dapat memcepat dan memudahkan pekerjaan.

d. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pemasangan tulangan yang dilakukan yakni merakit tulangan untuk *pile cap* langsung ditempatnya. Tetapi untuk *pile cap* yang berukuran kecil dilakukan perakitan di workshop.

e. Pekerjaan Pengecoran

Pada pekerjaan pengecoran dilakukan dengan menggunakan *concrete pump* untuk membantu memasukan beton kedalam *pile cap*, selain itu digunakan *vibrator* untuk memadatkan beton sehingga tidak ada udara yang terjebak didalam beton.

Pada pekerjaan ini alat yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Alat Pada Pekerjaan *Pile cap*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Concrete Pump	0,5 m ³ /menit	1 unit
3	Bucket	0,8 m ³	1 unit
4	Truck mixer	7 m ³	2 unit
5	Vibrator	dia. 1 inchi	1 unit

Pekerjaan *raft foundation* memiliki volume pekerjaan yang besar sehingga diperlukan metode khusus untuk melakukannya. Pengecoran dilakukan dengan volume yang besar akan menimbulkan masalah baru, yakni panas yang ditimbulkan oleh hidrasi semen. Sehingga dibutuhkan pengendalian thermal (suhu) pada proses pengecoran. Berikut merupakan tahapan pekerjaan *raft foundation* yang akan dilakukan.

a. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan meliputi persiapan peralatan dan bahan yang akan digunakan pada saat pekerjaan *raft foundation* berlangsung.

b. Pekerjaan Pembobokan Kepala *Bored Pile*

Pekerjaan pembobokan beton pada kepala bored pile dilakukan hingga terlihat tulangan dari bored pile, karena akan digunakan untuk stek pondasi sebagai pengikat ke *raft*

foundation. Pekerjaan ini dilakukan secara manual dengan menggunakan palu.

c. Pekerjaan Pembesian

Sebelum memasang tulangan, dilakukan pemasangan bekisting untuk *raft foundation*. Bekisting yang digunakan adalah batako. Setelah bekisting terpasang dapat dilakukan pekerjaan pembesian. Tulangan sebelumnya telah dilakukan pemotongan dan pembengkokan tulangan sesuai dengan shop drawing.

d. Pekerjaan Pengecoran

Mengingat volume pengecoran beton yang besar, perhitungan volume yang benar sangat dibutuhkan, karena pengecoran akan dilakukan dalam satu kali tahapan. Pada saat penuangan beton ada beberapa hal yang harus diperhatikan:

- Penuangan beton dari *truck mixer* ke *concrete pump* diatur sedemikian rupa dengan pembagian sesuai jumlah *concrete pump*, sehingga pengaturan per layer/section lebih jelas untuk menghindari terjadinya *cold joint*.
- Untuk mengurangi kenaikan temperature akibat terjadinya friksi beton dengan pipa *concrete pump*, diusahakan agar sepanjang pipa dibungkus dengan karung dan dilakukan penyiraman secara periodik agar tetap terjaga dingin.
- Menghindari sinar matahari langsung dan penguapan yang berlebihan, untuk mencegah terjadinya retak akibat *plastic settlement* dengan memberikan penutup pada area pengecoran.

e. Pemeliharaan Beton (*Curing*)

Setelah selesai melakukan pengecoran, tutup lapisan atas concrete yang telah difinish trowel dengan plastik dan styrofoam. Hal ini diharapak lapisan syrofoam pada seluruh permukaan masa sebagai upaya isolasi antar suhu dalam masa beton yang diharapkan merata dengan suhu lingkungan (luar). Dilakukan selama 3 hari setelah pengecoran, hal ini dikarenakan perbedaan suhu dengan suhu luar $\pm 20^{\circ}\text{C}$.

Pada pekerjaan ini alat yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Alat Pada Pekerjaan *Raft Foundation*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	10 unit
3	Concrete Pump	0,5 m ³ /detik	4 unit

4.3.5.1.1 Perhitungan Volume *Pile Cap*

Volume yang akan dihitung adalah volume pekerjaan beton, pembesian dan bekisting. Perhitungan dilakukan berdasarkan tipe pile cap.

1. Perhitungan Volume Beton *Pile Cap*

Pile cap yang digunakan dilapangan memiliki 5 tipe. Berikut merupakan perhitungan volume beton pada *pile cap* tipe 1:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= p \times l \times t \times \text{jumlah } \textit{pile cap} \text{ tipe 1} \\
 &= 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 1 \text{ bh} \\
 &= 1,728 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting *Pile Cap*

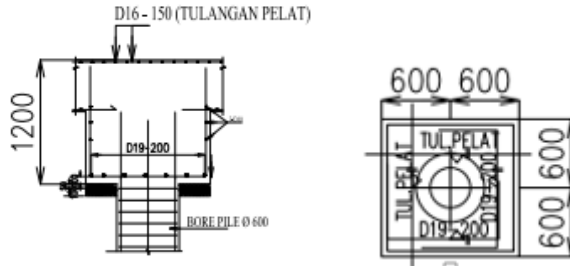
Berikut merupakan perhitungan volume *pile cap* :

Pile cap tipe 1 (1200 x 1200)

$$\begin{aligned}
 \text{Bekisting tipe 1} &= (p \times t \times \text{jumlah sisi}) \times \text{jumlah } \textit{pile cap} \\
 &= (1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 4) \times 1 \text{ bh} \\
 &= 5,76 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Pembesian *Pile Cap*

Pada Gambar 4.27 dapat dilihat detail penulangan *pile cap*. Contoh perhitungan akan dilakukan pada *pile cap* tipe 1.



Gambar 4.27 Detail Penulangan *Pile Cap*

Berikut perhitungan tulangan *pile cap* tipe 1 (1200 x 1200) :

Tulangan melintang	= D19 – 200
Tulangan memanjang	= D19 – 200
Tulangan sengkang	= 3 D10
Tulangan pelat	= D16 – 150
Tebal selimut beton	= 100 mm

a) Tulangan melintang

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,019^2 = 0,00028 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat tulangan} = 0,00028 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 2,23 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tul.} &= (6D \times 2) + ((t - \text{sel. beton}) \times \text{jumlah sisi}) \\ &= ((6 \times 0,019) \times 2) + ((1,2 - (0,05 + 0,1)) \times 2) \\ &\quad + (1,2 - (0,05 + 0,05)) \\ &= 3,43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tul.} = \frac{1,2}{0,2} + 1 = 7 \text{ buah}$$

$$\text{Volume tul.} = (3,43 \text{ m} \times 7 \text{ bh}) \times 2,23 = 53,38 \text{ kg}$$

b) Tulangan memanjang

Karena ukuran *pile cap* yang persegi maka kebutuhan volume tulangan memanjang = volume tulangan melintang = 53,38 kg

c) Tulangan sengkang

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010^2 = 0,000079 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat tulangan} = 0,000079 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 0,62 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tul.} &= (6D \times 2) + ((t - \text{sel. beton}) \times \text{jumlah sisi}) \\ &= ((6 \times 0,01) \times 2) + ((1,2 - (0,05 + 0,05)) \times 4) \\ &= 4,52 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Volume tul.} = (4,52 \text{ m} \times 3 \text{ bh}) \times 0,62 = 8,36 \text{ kg}$$

d) Tulangan pelat

$$\text{Luas tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,016^2 = 0,000201 \text{ m}^2$$

$$\text{Berat tulangan} = 0,000201 \times 7850 \text{ kg/m}^3 = 1,58 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tul.} &= (Ld \times 2) + p \\ &= (0,5 \times 2) + 1,2 \\ &= 2,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tul.} = \frac{1,2}{0,15} + 1 = 8 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tul.} &= (2,2 \text{ m} \times 8 \text{ bh}) \times 1,58 \text{ kg/m} \times 2 \\ &= 55,53 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Total} &= 53,38 \text{ kg} + 53,38 \text{ kg} + 8,36 \text{ kg} + 55,53 \text{ kg} \\ &= 170,65 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pada Tabel 4.14 dapat dilihat volume pekerjaan *pile cap*.

Tabel 4.14 Volume Pekerjaan *Pile Cap*

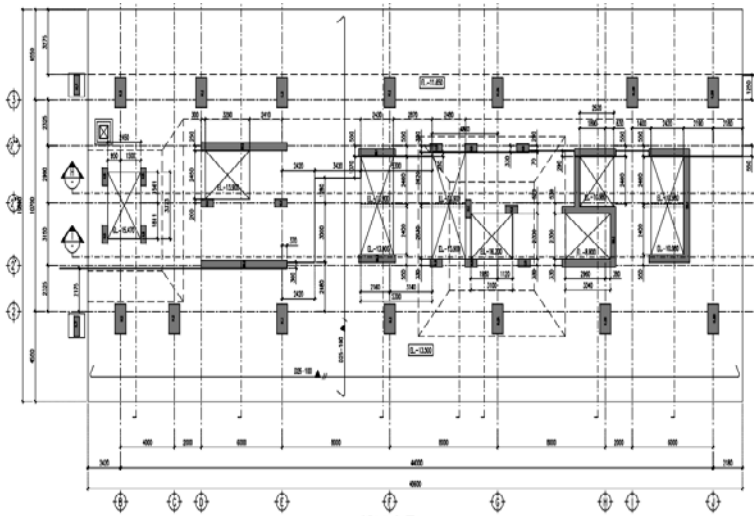
Uraian Pekerjaan	Volume		
	Tulangan	Beton	Bekisting
	kg	m ³	m ²
Pile Cap	49543,85	591,05	485,22

4.3.5.1.2 Perhitungan Volume *Raft Foundation*

Perhitungan volume *raft foundation* dilakukan pada perhitungan volume tulangan, beton dan bekisting.

1 Perhitungan Volume Beton *Raft Foundation*

Gambar 4.28 merupakan gambar denah *raft foundation* :



Gambar 4.28 Denah *Raft Foundation*

Data teknis *raft foundation* :

Panjang : 48,6 m

Lebar : 19,8 m

Tinggi : 2.1 m

Tebal pelat lantai : 0.5 m

Tulangan atas : arah x D16-150 , D13-150
arah y D16-150, D13-150

Tulangan bawah : arah x D25-100
arah y D25-100

Tulangan geser : 3 D13

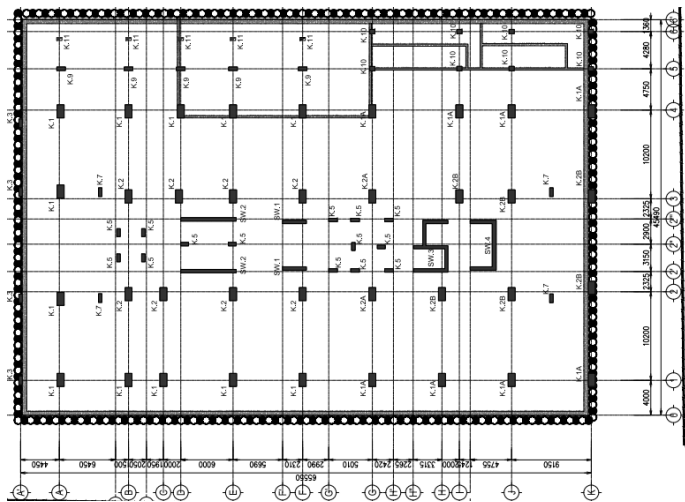
Perhitungan volume untuk *raft foundation* dilakukan sama dengan perhitungan *pile cap*. Dari hasil perhitungan yang dilakukan didapatkan volume total untuk pekerjaan *raft foundation* pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Volume Pekerjaan *Raft Foundation*

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Tulangan	Beton	Bekisting
	kg	m ³	m ²
<i>Raft Foundation</i>	148766,51	3230,73	282,00

4.3.5.2 Pekerjaan Kolom dan *Shearwall*

Mutu beton yang digunakan untuk beton adalah $f'c$ 40 Mpa. Tahapan pekerjaan untuk kolom dan *shearwall* sama. Pada Gambar 4.29 dapat dilihat denah kolom dan *shearwall*.



Gambar 4.29 Denah Kolom

Berikut merupakan tahapan pekerjaan kolom dan *shearwall*:

1. Pekerjaan Pembesian
Untuk pekerjaan penulangan pada kolom, tulangan dirakit diworkshop lapangan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pekerjaan. Tulangan yang telah selesai dirakit dan akan dipasang akan diangkat dengan menggunakan *tower crane*.

2. Pekerjaan Pemasangan Bekisting

Bekisting yang digunakan merupakan besking kayu. Pada pekerjaan ini dilakukan secara manual oleh tukang.

3. Pekerjaan Pengecoran

Setelah semua siap, maka dapat dilakukan pekerjaan pengecoran pada kolom. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan *bucket* cor. Selama proses pengecoran berlangsung, dilakukan penggetaran kolom dengan *vibrator* agar tidak ada udara yang terjebak didalam.

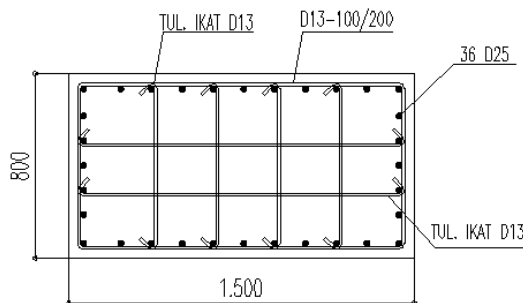
Peralat yang digunakan pada pekerjaan kolom dan *shearwall* dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Alat Pada Pekerjaan Kolom dan *Shearwall*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	4 unit
3	Bucket cor	0,5 m ³ /detik	2 unit
6	Vibrator	dia. 1 inchi	2 unit

4.3.5.2.1 Perhitungan Volume Kolom

Perhitungan volume pada pekerjaan kolom akan dilakukan pada pekerjaan bekisting, pembesian dan pekerjaan beton. Perhitungan dilakukan berdasarkan gambar rencana. Kolom yang digunakan memiliki beberapa macam ukuran. Detail Penulangan kolom K1 dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Detail Penulangan Kolom K1

1. Perhitungan Volume Pembesian Kolom

Berikut merupakan data teknis kolom K1 pada lantai 1A untuk dilakukan perhitungan :

Dimensi kolom = 800 mm x 1500 mm

Tebal selimut beton = 50 mm

Tebal pelat lantai = 350 mm

Tinggi kolom = 4250 mm

Tulangan pengikat = Horizontal = 5H

Vertikal = 2V

Pembesian kolom = Tulangan utama = 36 D25

Tulangan sengkang = D13 – 100/200

Kait sengkang = 6D

a) Tulangan Utama

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan D25} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,025^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,853 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume tul.} &= \text{berat tul.} \times \text{tinggi kolom} \times \text{jumlah tul.} \\ &= 3,853 \text{ kg} \times 4,25 \text{ m} \times 36 \text{ bh} = 589,51 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Tulangan Sengkang

$$\begin{aligned}\text{P. sengkang} &= (6D \times 2) + ((t - \text{sel.beton}) \times \text{jumlah sisi}) \\ &= (6 \times 0,013 \times 2) + (2 \times (0,8 - 0,1)) \\ &\quad + (2 \times (1,5 - 0,1)) \\ &= 4,356 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,013^2) \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,041 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

Σ sengkang :

$$\begin{aligned}\text{Tumpuan} &= 2 \times \frac{\frac{1}{4} \times L_{\text{kolom}}}{\text{jarak sengkang}} + 1 \\ &= 2 \times \frac{\frac{1}{4} \times 4,25}{0,1} + 1 = 24 \text{ bh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lapangan} &= \frac{\frac{1}{2} \times L_{\text{kolom}}}{\text{jarak sengkang}} + 1 \\ &= \frac{\frac{1}{2} \times 4.25}{0.2} + 1 = 12 \text{ bh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sengkang} &= 24 + 12 \\ &= 36 \text{ bh}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume sengkang} &= \text{berat tul.} \times \text{p. sengkang} \times \sum \text{sengkang} \\ &= 1,041 \text{ m} \times 4,356 \text{ kg/m} \times 36 \text{ bh} \\ &= 163,25 \text{ kg}\end{aligned}$$

c) Tulangan Pengikat

$$\text{Tulangan pengikat} = D13 (5H : 2V)$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1.041 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang tulangan H} &= (6D \times 2) + (p - \text{sel.beton}) \\ &= (6 \times 0,013 \times 2) + (0,8 - 0,1) \\ &= 0,856 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. pengikat H} &= \text{berat tul.} \times \text{p. tul} \times \sum \text{tulangan} \times \sum \text{pengikat 1 kolom} \\ &= 1,041 \text{ kg/m} \times 0,856 \text{ m} \times 5 \text{ bh} \times 36 \text{ bh} \\ &= 160,40 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang tulangan V} &= (6D \times 2) + (p - \text{sel.beton}) \\ &= (6 \times 0,013 \times 2) + (1,5 - 0,1) \\ &= 1,556 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. pengikat V} &= \text{berat tul.} \times \text{p. tul} \times \sum \text{tulangan} \times \sum \text{pengikat 1 kolom} \\ &= 1,041 \text{ kg/m} \times 1,556 \text{ m} \times 2 \text{ bh} \times 36 \text{ bh} \\ &= 116,63 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Total volume tulangan untuk kolom K1 lantai 1A} &= 589,51 \text{ kg} + 163,25 \text{ kg} + 160,40 \text{ kg} + 116,63 \text{ kg} \\ &= 1029,79 \text{ kg}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting Kolom

Dimensi kolom K1 $h = 800 \text{ mm}$, $b = 1500 \text{ mm}$, $t = 4250 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\text{Volume bekisting} &= (2 \times b \times t) + (2 \times h \times t) \\ &= (2 \times 0,8 \times 4,25) + (2 \times 1,5 \times 4,25) \\ &= 19,55 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Kolom

$$\begin{aligned}\text{Luas penampang} &= b \times h \\ &= 0,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume kolom} &= \text{L. penampang} \times \text{p. kolom} \\ &= 1,2 \text{ m}^2 \times 4,25 \text{ m} \\ &= 5,1 \text{ m}^3\end{aligned}$$

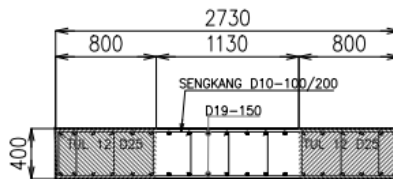
$$\begin{aligned}\text{Volume total K1} &= \text{volume kolom} \times \text{jumlah kolom} \\ &= 5,1 \text{ m}^3 \times 18 \\ &= 91,8 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.3.5.2.2 Perhitungan Volume *Shearwall*

Contoh perhitungna volume *sheerwall* dilakukan pada lantai 3A. Perhitungan dilakukan pada volume tulangan, beton dan beksiting.

1. Perhitungan Volume Pembesian *Shearwall*

Detail penulangan pada *shearwall* 1 dapat dilihat pada Gambar 4.31.



Gambar 4.31 Detail Tulangan *Shearwall* 1

Berikut merupakan data teknis *shearwall* 1, contoh perhitungan dilakukan pada lantai 3A :

$$\begin{aligned}\text{Dimensi shearwall} &= 400 \text{ mm} \times 2730 \text{ mm} \\ \text{Tebal selimut beton} &= 50 \text{ mm}\end{aligned}$$

Tebal pelat lantai	= 500 mm	
Tinggi Shearwall	= 3700 mm	
Kait sengkang	= 6D	
Pembesian kolom	= Tulangan utama	= 12 D25
	Tulangan utama	= D19 - 150
	Tulangan sengkang	= D10 – 100
	Tulangan ikat	= D10

a) Tulangan Utama 12 D25

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan D25} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0.025^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 3,851 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. tulangan} &= \text{berat tul.} \times \text{t.kolom} \times \text{jumlah tul.} \\ &= 3,851 \text{ kg} \times 3,7 \text{ m} \times 24 \text{ bh} \\ &= 341,97 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol.total} &= \text{vol. tulangan} \times \text{jumlah kolom} \\ &= 41,969 \text{ kg} \times 2 \text{ bh} \\ &= 591,58 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tul. D19} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,019^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2,225 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. tulangan} &= \text{berat tul.} \times \text{t.kolom} \times \text{jumlah tul.} \\ &= 2,225 \text{ kg} \times 3,7 \text{ m} \times 14 \text{ bh} \\ &= 115,26 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol.total} &= \text{vol. tulangan} \times \text{jumlah kolom} \\ &= 115,255 \text{ kg} \times 2 \text{ bh} \\ &= 230,51 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Tulangan Sengkang

$$\begin{aligned}\text{P. sengkang} &= (6D \times 2) + ((t - \text{sel.beton}) \times \text{jumlah sisi}) \\ &= (6 \times 0,010 \times 2) + (2 \times (2,73 - 0,08)) \\ &\quad + (2 \times (0,4 - 0,08)) \\ &= 6,06 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,010^2) \times 7850 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,616 \text{ kg/m} \\
 \Sigma \text{ sengkang :} & \\
 \text{Tumpuan} &= 2 \times \frac{\frac{1}{4} \times L_{\text{kolom}}}{\text{jarak sengkang}} + 1 \\
 &= 2 \times \frac{\frac{1}{4} \times 3,7}{0,1} + 1 = 21 \text{ buah} \\
 \text{Lapangan} &= \frac{\frac{1}{2} \times L_{\text{kolom}}}{\text{jarak sengkang}} + 1 \\
 &= \frac{\frac{1}{2} \times 3,7}{0,2} + 1 = 10 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah sengkang} &= 21 + 10 = 31 \text{ buah} \\
 \text{Volume sengkang} &= \text{berat tul.} \times \text{p. sengkang} \times \Sigma \text{ sengkang} \\
 &= 0,616 \text{ kg/m} \times 6,06 \text{ m} \times 31 \text{ bh} \\
 &= 115,72 \text{ kg} \\
 \text{Vol. total sengkang} &= \text{vol sengkang} \times \Sigma \text{ kolom} \\
 &= 115,722 \text{ kg} \times 2 \\
 &= 231,44 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

c) Tulangan Pengikat

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan pengikat} &= \text{D10} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 279 \text{ buah} \\
 \text{Berat tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 0,616 \text{ kg/m} \\
 \text{Panjang tulangan} &= (6D \times 2) + (p - \text{sel.beton}) \\
 &= (6 \times 0,010 \times 2) + (0,4 - 0,08) \\
 &= 0,44 \text{ m} \\
 \text{Vol. pengikat} &= \text{berat tul.} \times \text{p. tulangan} \\
 &\quad \times \text{jumlah pengikat 1 kolom} \\
 &= 0,616 \text{ kg/m} \times 0,44 \text{ m} \times 279 \text{ bh} \\
 &= 75,62 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting *Shearwall*

$$\text{Tinggi kolom} = 3,7 \text{ m} = 3,7 - 0,35 = 3,35 \text{ m}$$

$$\text{Panjang} = 2,73 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tebal pelat} = 0,35 \text{ m}$$

$$\text{Bekisting} = (p \times t \times \text{jumlah sisi yang sama})$$

$$= (2,73 \text{ m} \times 3,35 \text{ m} \times 2 \text{ bh})$$

$$+ (0,4 \text{ m} \times 3,35 \text{ m} \times 2 \text{ bh})$$

$$= 20,97 \text{ m}^2$$

3. Perhitungan Volume Beton *Shearwall*

Volume beton *shearwall* 1

$$\text{Dimensi : } h = 400 \text{ mm}, b = 2730 \text{ mm}, t = 3700 \text{ mm}$$

$$\text{Luas penampang} = b \times h$$

$$= 0,4 \text{ m} \times 2,73 \text{ m} = 1,2 \text{ m}^2$$

$$\text{Tinggi } shearwall = 3,7 \text{ m}$$

$$\text{Volume } shearwall = L. \text{ penampang} \times p. \text{ kolom}$$

$$= 1,2 \text{ m}^2 \times 3,7 \text{ m}$$

$$= 4,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume total SW1} = \text{volume kolom} \times \text{jumlah kolom}$$

$$= 4,44 \text{ m}^3 \times 2$$

$$= 8,88 \text{ m}^3$$

Pada Tabel 4.17 dapat dilihat volume pekerjaan kolom dan *shearwall*.

Tabel 4.17 Volume Pekerjaan Kolom dan *Shearwall*

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Tulangan	Beton	Bekisting
	kg	m ³	m ²
Kolom dan Shearwall	192649,40	910,50	4533,02

4.3.5.3 Pekerjaan Dinding Basement

Pekerjaan dinding basement dilakukan karena dinding penahan tanah yang digunakan adalah *solider pile*. Berikut merupakan tahapan pekerjaan dinding basement:

- a. Pekerjaan Persiapan
Pekerjaan persiapan dilakukan untuk mempersiapkan peralatan yang akan digunakan pada pekerjaan ini.
- b. Pekerjaan Perakitan Tulangan
Perkitan tulangan untuk dinding basement dilakukan langsung dilokasi. Sebelumnya tulangan telah dipotong dan dibengkokan di workshop.
- c. Pekerjaan Pemasangan Bekisting
Setelah tulangan terpasang, dilanjutkan dengan pemasangan bekisting. Bekisting yang digunakan adalah bekisting kayu.
- d. Pekerjaan Pengecoran
Pekerjaan pengecoran dilakukan secara bertahap, tahapan pengecoran berpengaruh dari alat cor yang digunakan. Untuk pekerjaan pengecoran dinding basement digunakan *bucket* dan pipa tremie untuk melakukan pekerjaan pengecoran.

Peralatan yang digunakan untuk mempermudah pengerjaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Alat Pada Pekerjaan Dinding *Basement*

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	4 unit
3	Bucket cor	0,5 m ³ /detik	4 unit
6	Vibrator	Dia.1 inchi	2 unit

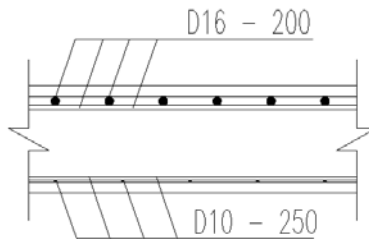
4.3.5.3.1 Perhitungan Volume Dinding *Basement*

Perhitungan yang akan dilakukan adalah perhitungan volume untuk pekerjaan pembesian, beton dan bekisting. Perhitungan dilakukan per m.

1. Perhitungan Volume Pembesian Dinding Basement
Berikut merupakan perhitungan tulangan dinding basement L3 dan detail penulangan dapat dilihat pada Gambar 4.27 :

Data teknis :

Tulangan yang digunakan : D10 – 250 dan D16 – 200
Tinggi dinding : 3700 mm
Panjang dinding : 115350 mm
Lebar : 400 mm
Selimut beton : 75 mm



Gambar 4.32 Detail Tulangan Dinding Basement

- a) Tulangan D10 – 250

$$\begin{aligned}\text{Berat tul. D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,62 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang arah x} &= (6D \times 2) + (40D \times 2) + P \\ &= (6 \times 0,010 \times 2) + (40 \times 0,010 \times 2) + 115,35 \\ &= 116,27 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang arah y} &= (6D \times 2) + (40D \times 2) + P \\ &= (6 \times 0,010 \times 2) + (40 \times 0,010 \times 2) + 3,7 \\ &= 4,62 \text{ m}\end{aligned}$$

Jumlah tulangan

$$\text{arah x} = \frac{\text{Panjang}}{\text{Jarak sengkang}} + 1$$

$$= \frac{3,7}{0,25} + 1 = 16 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Arah y} &= \frac{\text{Panjang}}{\text{Jarak sengkang}} + 1 \\ &= \frac{115,35}{0,25} + 1 = 463 \text{ buah}\end{aligned}$$

Volume total D10-250

$$\begin{aligned}\text{Arah x} &= \text{berat tul.} \times \text{panjang tulangan} \times \text{jml tul. per panel} \\ &= 0,62 \text{ kg/m} \times 115,35 \text{ m} \times 16 \text{ buah} \\ &= 1146,38 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Arah y} &= \text{Berat tul.} \times \text{panjang tulangan} \times \text{jml tul. per panel} \\ &= 0,62 \text{ kg/m} \times 4,62 \text{ m} \times 463 \text{ buah} \\ &= 1318,14 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Tulangan D16-200

$$\begin{aligned}\text{Berat tul.D16} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,016^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,58 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang arah x} &= (6D \times 2) + (40D \times 2) + P \\ &= (6 \times 0,016 \times 2) + (40 \times 0,016 \times 2) + 115,35 \\ &= 116,82 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Panjang arah y} &= (6D \times 2) + (40D \times 2) + P \\ &= (6 \times 0,016 \times 2) + (40 \times 0,016 \times 2) + 3,7 \\ &= 5,17 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah per panel x} = \frac{\text{Panjang}}{\text{Jarak sengkang}} + 1$$

$$= \frac{3,7}{0,2} + 1 = 20 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah per panel y} = \frac{\text{Panjang}}{\text{Jarak sengkang}} + 1$$

$$= \frac{115,35}{0,2} + 1 = 578 \text{ buah}$$

Volume total D16-200

$$\begin{aligned}\text{Arah x} &= \text{Berat tul.} \times \text{panjang tulangan} \times \text{jml tul. arah x} \\ &= 1,58 \text{ kg/m} \times 116,82 \text{ m} \times 20 \text{ buah} \\ &= 3685,82 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Arah y} &= \text{Berat tul.} \times \text{panjang tulangan} \times \text{jml tul. per panel} \\ &= 1,58 \text{ kg/m} \times 5,17 \text{ m} \times 578 \text{ buah} \\ &= 4715,91 \text{ kg}\end{aligned}$$

Total tulangan dinding L3 adalah 10866,25 kg

2. Perhitungan Volume Bekisting Dinding Basement

$$\begin{aligned}\text{Bekisting} &= (p \times t \times \text{jumlah sisi}) \\ &= (25 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} \times 2 \text{ bh}) + (0,4 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} \times 2 \text{ bh}) \\ &\quad + (65,50 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} \times 1 \text{ bh}) \\ &= 428,46 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Dinding Basement

$$\begin{aligned}\text{Volume dinding} &= P \times l \times t \\ &= 115,35 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \times 3,7 \text{ m} \\ &= 170,718 \text{ m}^3\end{aligned}$$

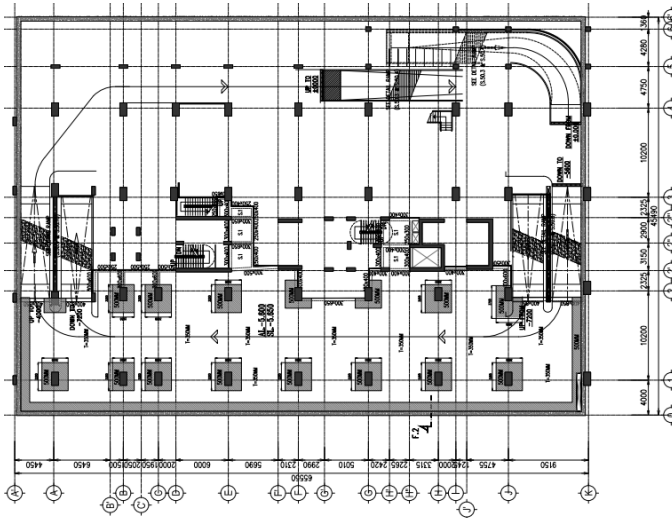
Pada Tabel 4.19 dapat dilihat volume pekerjaan untuk dinding basement.

Tabel 4.19 Volume Pekerjaan Dinding *Basement*

Lantai	Beton (m ³)	Bekisting (m ²)	Tulangan (kg)
L3	170,718	428,460	10866,25
L3A	157,886	395,826	10056,74
L2	128,039	427,720	8453,08
L2A	118,415	395,086	7823,98
L1	140,727	703,940	13068,83
L1A	99,048	490,450	9559,11

4.3.5.4 Pekerjaan Balok

Perhitungan dilakukan pada pekerjaan penulangan, beton dan bekisting. Balok digunakan pada *basement* lantai 2 dan 3, pada Gambar 4.33 merupakan denah balok pada lantai 2.



Gambar 4.33 Denah Balok

Berikut merupakan tahapan pekerjaannya :

1. Pekerjaan Persiapan
Pekerjaan persiapan yang dilakukan adalah pengecekan ketinggian pada balok yang akan dikerjakan.
2. Pekerjaan Pemasangan Scaffolding
Setelah mengetahui level untuk pekerjaan balok, maka dilakukan pemasangan scaffolding. Scaffolding merupakan penyangga bekisting nantinya dan sebagai lantai kerja.
3. Pekerjaan Pemasangan Bekisting
Bekisting yang digunakan untuk balok adalah bekisting kayu.
4. Pekerjaan Pemesan
Tulangan yang akan digunakan sebelumnya telah dipersiapkan di workshop, seperti pembuatan sengkang, pembengkokan tulangan, dan pemotongan tulangan. Pekerjaan dilakukan sesuai dengan gambar rencana yang telah ada. Setelah itu tulangan dirakit langsung di lapangan.

5. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan dengan menggunakan bucket cord dan vibrator. Vibrator digunakan untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam beton sehingga dapat menghasilkan beton yang padat.

Peralatan yang digunakan pada pekerjaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Alat Pada Pekerjaan Balok

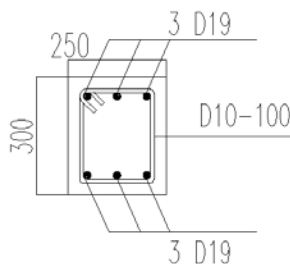
No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	4 unit
3	Bucket cor	0,5 m ³ /detik	2 unit
6	Vibrator	Dia.1 inchi	2 unit

4.3.5.4.1 Perhitungan Volume Balok

Perhitungan volume pada balok dan pelat lantai yang akan dilakukan adalah perhitungan volume pembesian, bekisting dan volume beton.

1. Perhitungan Volume Pembesian Balok

Perhitungan balok dilakukan pada balok lantai 1 basement. Gambar detail penulangan balok B1 dapat dilihat pada Gambar 4.34.



Gambar 4.34 Detail Tulangan Balok B1

Dimensi Balok B1	: b = 250 mm, h=300 mm
L_{balok}	: 2,9 m
Tebal selimut beton	: 0,04 m
Tulangan utama atas	: 3 D19
Tulangan utama bawah	: 3 D19
Tulangan sengkang	: D10-100

a) Tulangan Utama 3 D19

$$\begin{aligned}\text{Berat tul. D19} &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,019^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 2,225 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol. tulangan} &= \text{berat tul.} \times L_{\text{balok}} \times \text{jumlah tul.} \\ &= 2,225 \text{ kg} \times 2,9 \text{ m} \times 3 \text{ bh} \\ &= 19,35 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Vol.total} &= \text{vol. tulangan} \times \text{jumlah kolom} \\ &= 19,35 \text{ kg} \times 1 \text{ bh} \\ &= 19,35 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume total tulangan utama bawah} &= \text{volume total} \\ \text{tulangan atas} &= 19,35 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Tulangan Sengkang D10-100

$$\begin{aligned}\text{P. sengkang} &= (6D \times 2) + ((t - \text{sel.beton}) \times \text{jumlah sisi}) \\ &= (6 \times 0,010 \times 2) + (2 \times (0,25 - 0,08)) \\ &\quad + (2 \times (0,30 - 0,08)) \\ &= 1,008 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times (0,010^2) \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,616 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sengkang} &= \frac{L_{\text{balok}}}{\text{jarak sengkang}} + 1 \\ &= \frac{2,9}{0,1} + 1 \\ &= 30 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume sengkang} &= \text{berat tul.} \times \text{panjang sengkang} \\ &\quad \times \text{jumlah sengkang} \\ &= 0,616 \text{ kg/m} \times 2,9 \text{ m} \times 30 \text{ bh} \\ &= 18,63 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Vol. total sengkang} &= \text{vol sengkang} \times \text{jumlah kolom} \\
 &= 18,63 \text{ kg} \times 1 \\
 &= 18,63 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total tulangan B1} &= 19.35 \text{ kg} + 19.35 \text{ kg} + 18.63 \text{ kg} \\
 &= 57.34 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting Balok

$$\begin{aligned}
 P_{\text{balok}} &= 2.9 \text{ m} \\
 b &= 0.25 \text{ m} \\
 h &= 0.30 \text{ m} \\
 \text{Bekisting} &= (p \times b \times \text{jumlah sisi yang sama}) \\
 &= (2.9 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 2 \text{ bh}) + (2.9 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 1 \text{ bh}) \\
 &= 2.47 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Balok

$$\text{Dimensi : } h = 0.30 \text{ m, } b = 0.25 \text{ m, } p = 2.9 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= b \times h \times p \\
 &= 0.25 \text{ m} \times 0.30 \text{ m} \times 2.9 \text{ m} \\
 &= 0.22 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

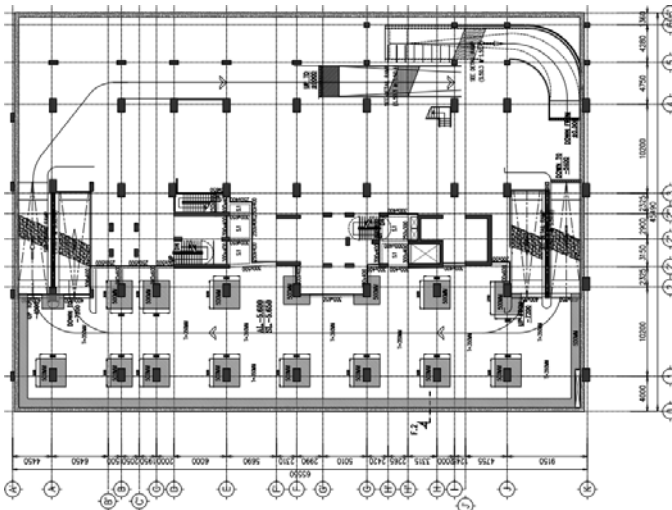
Pada Tabel 4.21 dapat dilihat volume pekerjaan untuk balok.

Tabel 4.21 Volume Pekerjaan Balok.

No.	Lantai	Beton (m ³)	Bekisting (m ²)	Tulangan (kg)
1	L1	222.748	792.654	62968.286
2	L1A	278.610	984.919	100368.182
3	L2	220.194	886.905	48434.075
4	L2A	248.942	988.859	97098.417
Total		970.493	3653.336	308868.960

4.3.5.5 Pekerjaan Pelat Lantai

Pada pelat lantai digunakan beton mutu beton f'c 35 Mpa dengan ketebalan 350 mm. Gambar 4.35 merupakan denah pelat lantai *basement* lantai 1.



Gambar 4.35 Denah Pelat Lantai 1 *Basement*

Berikut merupakan tahapan pekerjaan pelat lantai *basement* :

1. Pekerjaan Bekisting
Untuk pekerjaan pelat lantai dimulai dengan melakukan pemasangan bekisting. Bekisting dipasang dengan menumpu pada *scaffolding*.
2. Pekerjaan pembesian
Pekerjaan pembesian dilakukan secara manual oleh tukang dengan mempersiapkan terlebih dahulu tulangan yang dibutuhkan untuk pelat lantai. Tulangan yang butuh dipersiapkan sebelumnya adalah tulangan sengkang, pemotongan tulangan dan pembengkokan tulangan. Setelah semua siap tulangan dirakit langsung di tempat.
3. Pengecoran
Setelah selesai pekerjaan pembesian, pekerjaan dapat dilakukan dengan mengecor pelat lantai. Pekerjaan pelat lantai dicor dengan menggunakan *concrete pum* untuk membantu menuangkan campuran beton ke pelat lantai. Selain itu

digunakan juga *vibrator* yang berfungsi untuk memadatkan beton sehingga tidak ada udara yang terjebak didalam beton.

Peralatan yang digunakan pada pekerjaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.22.

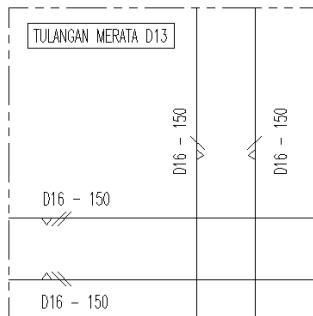
Tabel 4.22 Alat Pada Pekerjaan Pelat Lantai

No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	1 unit
3	Bucket cor	0,5 m ³ /detik	4 unit
4	Vibrator	Dia. 1 inchi	2 unit

4.3.5.5.1 Perhitungan Volume Pelat Lantai

Perhitungan volume pada pelat lantai akan dihitung per m². Contoh perhitungan pelat lantai dilakukan pada lantai L1. Gambar detail penulangan pelat lantai dapat dilihat pada Gambar 4.36.

1. Perhitungan Volume Pembesian Pelat Lantai



Gambar 4.36 Detail Penulangan Pelat Lantai

P	: 65,50 m
L	: 16,535 m
Tebal	: 350 mm
Luas void	: 177,46 m ²
Luas balok	: 69,28 m ²

Selimut beton : 50 mm

Tulangan arah x : tulangan atas = D16 – 150
 tulangan bawah = D16 – 150

Tulangan arah y : tulangan atas = D16 – 150
 D13 – 150
 tulangan bawah = D16 – 150
 D13 – 150

Luas lantai = (P x L) – Luas void – Luas balok
 $= (65,50 \text{ m} \times 16,535 \text{ m}) - 177,46 \text{ m}^2 - 69,28 \text{ m}^2$
 $= 878,28 \text{ m}^2$

Kait : $2 \times 6d = 2 \times 6 \times 0,016 = 0,192 \text{ m}$
 $= 2 \times 6 \times 0,013 = 0,156 \text{ m}$

Berat tulangan D16 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
 $= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,016^2 = 0,000201 \text{ m}^2$

Berat tulangan D13 = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$
 $= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,013^2 = 0,000133 \text{ m}^2$

Volume tulangan per m^2

a) Arah x

Tulangan Atas D16

Panjang tulangan = 1 m

Jumlah tulangan/ $\text{m}^2 = \frac{1}{0,15} + 1 = 7,66 \sim 8 \text{ buah}$

Volume = As tul x (panjang + kait) x jml. Tulangan
 $= 0,000201 \times (1 + 0,192) \times 8 \text{ bh}$
 $= 0,00192 \text{ m}^3$

Tulangan Bawah D16

Volume tulangan atas D16 = Volume tulangan bawah D16
 $= 0,0019 \text{ m}^3$

b) Arah y

Tulangan Atas D16

Panjang tulangan = 1 m

$$\text{Jumlah tulangan}/\text{m}^2 = \frac{1}{0.15} + 1 = 7.66 \sim 8 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{As tul} \times (\text{panjang} + \text{kait}) \times \text{jml. Tulangan} \\ &= 0,000201 \times (1 + 0.192) \times 8 \text{ bh} \\ &= 0,00192 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tulangan Atas D13

$$\text{Panjang tulangan} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan}/\text{m}^2 = \frac{1}{0.15} + 1 = 7,66 \sim 8 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{As tul} \times (\text{panjang} + \text{kait}) \times \text{jml. Tulangan} \\ &= 0,000133 \times (1 + 0.156) \times 8 \text{ bh} \\ &= 0,00123 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tulangan Bawah D16

$$\begin{aligned}\text{Volume tulangan bawah D16} &= \text{Volume tulangan atas D16} \\ &= 0,0019 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Tulangan Bawah D13

$$\begin{aligned}\text{Volume tulangan bawah D13} &= \text{Volume tulangan atas D13} \\ &= 0,00123 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Volume tulangan per m}^2 = 0,01012 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Total volume pelat lantai} &= \text{Vol. tulangan per m}^2 \times \text{L. lantai} \\ &= 0,01012 \times 878,28 \\ &= 8,889 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan} &= 8,889 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3 \\ &= 66859,98 \text{ kg}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting Pelat Lantai

$$\begin{aligned}\text{Vol. Bekisting} &= ((2 \times 65,50) + (2 \times 16,535) \times 0,35) \\ &\quad + 878,28 \\ &= 935,71 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Pelat Lantai

$$\begin{aligned}\text{Volume pelat lantai per m}^2 &= \text{luas pelat lantai} \times \text{tebal lantai} \\ &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 0,35 \text{ m} \\ &= 0,35 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume beton L1} &= \text{L. pelat lantai} \times \text{volume per m}^2 \\
 &= 878,28 \times 0,35 \\
 &= 307,40 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume pekerjaan untuk pelat lantai dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Volume Pekerjaan Pelat Lantai

Uraian Pekerjaan	Volume		
	Tulangan	Beton	Bekisting
	kg	m ³	m ²
L3	44157,37	284,89	29,97
L3A	73702,24	446,68	16,93
L2	66458,80	227,40	930,44
L2A	80705,74	371,06	1126,28
L1	66859,98	307,40	935,71
L1A	96148,17	442,06	1329,14

4.3.5.6 Pekerjaan Ramp dan Tangga

Pekerjaan ramp dan tangga dilakukan setelah pekerjaan pelat lantai selesai dilakukan. Untuk urutan pekerjaan dimulai dengan pemasangan bekisting, pembesian dan pengecoran. Mutu beton yang digunakan untuk pekerjaan ramp dan tangga adalah K-300. Pada prinsipnya pekerjaan ramp dan tangga sama. Berikut merupakan tahapan pekerjaannya :

a. Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan pemasangan bekisting dapat dilakukan setelah pelat lantai selesai dikerjakan. Pada pekerjaan ramp dan tangga dibutuhkan ketelitian yang lebih karena kemiringan dari ramp dan tangga harus sesuai dengan rencana.

b. Pekerjaan Pembesian

Setelah terpasang bekisting kemudian dilanjutkan dengan perakitan tulangan. Perakitan dilakukan langsung dilokasi.

c. Pekerjaan Pengecoran

Setelah semuanya selesai dapat dilakukan pekerjaan pengecoran. Pekerjaan pengecoran harus diatur sedemikian rupa pada saat penumpahan beton agar tidak terjadi *segregasi* atau pemisahan agregat.

Pada pekerjaan ini peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.24

Tabel 4.24 Alat Pada Pekerjaan Ramp dan Tangga

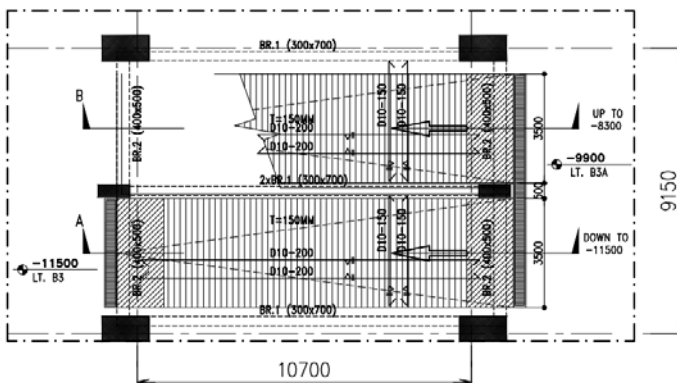
No	Nama Alat	Kapasitas	Jumlah
1	Tower Crane	1,3 ton	1 unit
2	Truck Mixer	7 m ³	10 unit
3	Concrete Pump	0,5 m ³ /detik	4 unit
4	Vibrator	Dia. 1 inchi	2 unit

4.3.5.6.1 Perhitungan Volume Ramp

Perhitungan volume yang dilakukan yakni perhitungan volume bekisting, beton dan tulangan.

1. Perhitungan Volume Pembesian Ramp

Contoh perhitungan akan dilakukan pada *ramp* pada lantai 3. Denah ramp pada lantai 3 dapat dilihat pada Gambar 4.37.



Gambar 4.37 Denah Ramp L3

Data teknis :

Panjang miring : 10,81 m

Lebar : 3,5 m

Tebal : 0,15 m

Selimut beton : 0,05 m

Arah x : Tulangan atas = D10 – 200

Tulangan bawah = D10 – 200

Arah y : Tulangan atas = D10 – 150

Tulangan bawah = D10 – 150

Kait : $2 \times 6d = 2 \times 6 \times 0,010 = 1,2 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\text{Berat tulangan D10} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 7850 \text{ kg/m} \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 0,010^2 \times 7850 \\ &= 0,62 \text{ m}^2\end{aligned}$$

a) Arah x

Tulangan Atas D10-200

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{3,5}{0,2} + 1 = 19 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Berat tul.} \times (\text{panjang} + \text{kait}) \times \text{jml. Tulangan} \\ &= 0,62 \times ((10,81 - 0,05) + 1,2) \times 19 \text{ bh} \\ &= 136,33 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tulangan Bawah D10-200

$$\begin{aligned}\text{Volume tulangan atas D10} &= \text{Volume tulangan bawah D10} \\ &= 136,33 \text{ kg}\end{aligned}$$

b) Arah y

Tulangan Atas D10-150

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{10,81}{0,15} + 1 = 73 \text{ buah}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{Berat tul.} \times (\text{panjang} + \text{kait}) \times \text{jml. Tulangan} \\ &= 0,62 \times ((3,5 - 0,05) + 1,2) \times 73 \text{ bh} \\ &= 209,345 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tulangan Bawah D10-150

Volume tulangan atas D10 = Volume tulangan bawah D10
 = 209,345 kg

$$\begin{aligned}\text{Total volume tulangan ramp} &= 691,345 \text{ kg} \\ \text{Volume tulangan ramp L1} &= 2 \times 691,345 \text{ kg} \\ &= 1382,69 \text{ kg}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting Ramp

$$\begin{aligned}\text{Vol. Bekisting} &= (2 \times 10,81 \times 0,15) + (2 \times 3,5 \times 0,15) \\ &\quad + (1 \times 10,81 \times 3,5) \\ &= 42,12 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bekisting ramp L1} &= 2 \times 42,12 \text{ m}^2 \\ &= 84,25 \text{ m}^2\end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Ramp

$$\begin{aligned}\text{Volume ramp per m}^2 &= \text{luas pelat lantai} \times \text{tebal lantai} \\ &= 10,81 \times 3,5 \times 0,15 \\ &= 5,68 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bekisting ramp L1} &= 2 \times 5,68 \text{ m}^3 \\ &= 11,35 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Kebutuhan volume untuk ramp pada setiap lantainya dapat dilihat pada Tabel 4.20 dibawah ini :

Tabel 4.25 Volume Pekerjaan *Ramp*

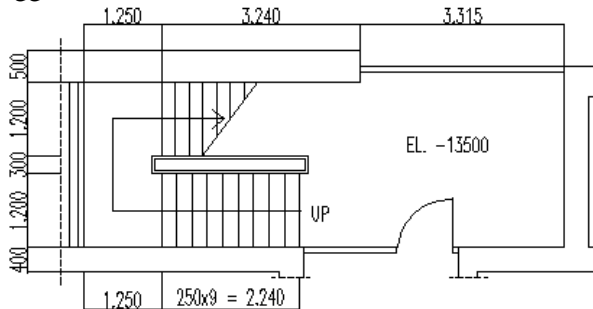
Lantai	Beton	Bekisting	Tulangan
	m ³	m ²	kg
L1	11,35	84,25	1382,69
L1A	68,09	505,47	8296,15
L2	11,35	84,25	1382,69
L2A	11,35	84,25	1382,69
L3	11,35	84,25	1382,69
L3A	11,35	84,25	1382,69

4.3.5.6.2 Perhitungan Volume Tangga

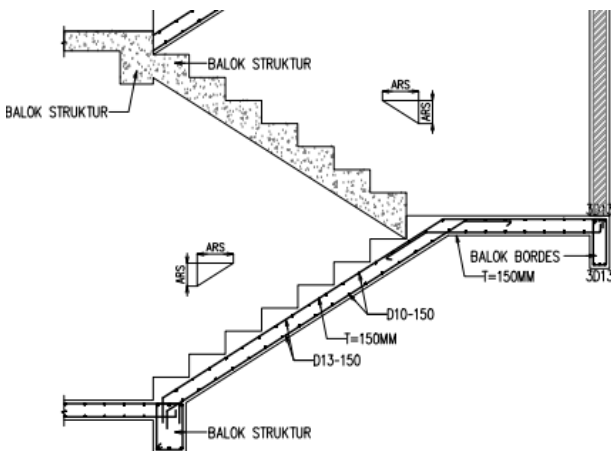
Pada pekerjaan tangga perhitungan volume dilakukan pada pekerjaan pembesian, beton dan bekisting.

1. Perhitungan Volume Pembesian Tangga

Perhitungan dilakukan pada tangga lantai dasar L3. Dapat dilihat pada Gambar 4.38 dan 4.39 denah tangga dan potongan tangga.



Gambar 4.38 Denah Tangga L3



Gambar 4.39 Potongan Tangga

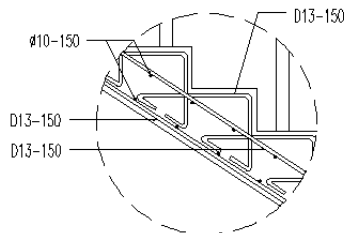
Data Teknis Tangga :

Elevasi lantai	= 3,7 m
Elevasi bordes	= 1,85 m
Lebar tangga	= 1,2 m
Lebar bordes	= 1,25 m
Panjang tangga mendatar	= 3,49 m
Panjang anak tangga (datar)	= 3,49 m – 1,25 m = 2,24 m
Panjang miring	= 2,90 m
Kemiringan tangga (α)	= 39,55°
Tinggi optrede	= 185 mm
Jumlah optrede	= 10 buah
Lebar Antrede	= 250 mm
Jumlah Antrede	= 9 buah
Jumlah anak tangga	= 20 buah

Berat tulangan D13	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,013^2 \times 7850$
	= 1,042 kg
Berat tulangan D10	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,010^2 \times 7850$
	= 0,616 kg

a) Tulangan Anak Tangga

Detail penulangan tangga dapat dilihat pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Detail Penulangan Anak Tangga

Tulangan D13-150

Panjang tulangan	= 600 mm	
Kait	= 2 x 6d	= 2 x 6 x 0,013
		= 0,156

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tulangan} &= \frac{1,2}{0,15} + 1 = 9 \text{ buah} \\
 \text{Volume} &= \text{berat tul.} \times (\text{kait} + \text{panjang tul}) \times \text{jml} \\
 &= 1,042 \times (0,156 + 0,60) \times 9 \\
 &= 7,09 \text{ kg} \\
 \text{Volume total} &= 20 \text{ bh} \times 7,09 \text{ kg} = 141,80 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan 3D10

$$\begin{aligned}
 \text{Kait} &= 2 \times 6d = 2 \times 6 \times 0,010 \\
 &= 0,12 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= \text{berat tul.} \times (\text{kait} + \text{panjang tul}) \times \text{jml} \\
 &= 0,616 \times (0,12 \text{ m} + 0,80 \text{ m}) \times 3 \\
 &= 1,70 \text{ kg} \\
 \text{Volume total} &= 20 \text{ bh} \times 1,70 \text{ kg} = 34,015 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total anak tangga} &= 141,80 \text{ kg} + 34,015 \text{ kg} \\
 &= 175,815 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b) Tulangan Pelat Tangga

Tulangan D10 - 150

$$\begin{aligned}
 \text{Kait} &= 2 \times 6d = 2 \times 6 \times 0,010 \\
 &= 0,12 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= \frac{2,90}{0,15} + 1 = 20 \text{ buah} \\
 \text{Volume} &= \text{berat tul.} \times (\text{kait} + \text{panjang tul}) \times \text{jml} \\
 &= 0,616 \times (0,12 + 1,1) \times 20 \\
 &= 15,030 \text{ kg} \\
 \text{Volume total} &= 4 \times 15,030 \text{ kg} \\
 &= 61,145 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tulangan D13 – 150

$$\begin{aligned}
 \text{Kait} &= 2 \times 6d = 2 \times 6 \times 0,010 \\
 &= 0,156 \text{ m} \\
 \text{Panjang penyaluran} &= 2 \times 40d = 80 \times 0,013 \\
 &= 1,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Panjang total tulangan

= (kait + panjang penyaluran + panjang tulangan)

= 0,156 + 1,04 + 2,90

= 4,096 m

Jumlah tulangan = $\frac{1,2}{0,15} + 1$ = 9 buah

Volume = berat tul. x panjang tul. x jml

= 1,042 x 4,096 x 9

= 38,41 kg

Volume total= 4 x 38,41 kg

= 153,563 kg

Volume total pelat tangga = 61,145 kg + 153,563 kg

= 214,708 kg

c) Tulangan Bordes

Kait = 2 x 6d

= 2 x 6 x 0,010

= 0,156 m

Arah x = (2 x (1,1 m – 0,1)) + (2 x (0,15 m – 0,1))

= 2,1 m

Jumlah tulangan = $\frac{2,7}{0,15} + 1$

= 19 buah

Volume = berat tul. x (panjang tul.+kait) x jml

= 1,042 x (2,1 m + 0,156 m) x 19 bh

= 44,66 kg

Arah y = (2 x (2,7 m – 0,1)) + (2 x (0,15 m – 0,1))

= 5,3 m

Jumlah tulangan = $\frac{1,25}{0,15} + 1$

= 9 buah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{berat tul.} \times (\text{panjang tul.} + \text{kait}) \times \text{jml} \\
 &= 1,042 \times (5,3 \text{ m} + 0,156 \text{ m}) \times 9 \text{ bh} \\
 &= 53,032 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Volume total bordes} = 44,66 \text{ kg} + 53,032 \text{ kg} = 97,69 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan tulangan} \\
 &= 61,145 \text{ kg} + 214,708 \text{ kg} + 97,69 \text{ kg} \\
 &= 488,113 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Volume Bekisting Tangga

$$\begin{aligned}
 \text{Bekisting tangga} \\
 &= (2,9 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 2) + (2,9 \text{ m} \times 0,36 \text{ m} \times 4) \\
 &\quad + (0,185 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 20) \\
 &= 15,286 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bekisting Bordes} \\
 &= (1,25 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} \times 1 \text{ bh}) + (2 \text{ bh} \times 0,15 \text{ m} \times 1,25 \text{ m}) \\
 &\quad + (1 \text{ bh} \times 0,15 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}) \\
 &= 4,155 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Balok Bordes} \\
 &= (1 \text{ bh} \times 0,3 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}) + (1 \text{ bh} \times 0,15 \text{ m} \times 2,7 \text{ m}) \\
 &= 1,22 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume total} &= 15,286 \text{ m}^2 + 4,155 \text{ m}^2 + 1,22 \text{ m}^2 \\
 &= 20,656 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Volume Beton Tangga

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Beton Total} \\
 &= \left(\frac{1}{2} \times 0,25 \text{ m} \times 0,185 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 20 \text{ bh} \right) + \\
 &\quad \left(2,90 \text{ m} \times 1,2 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 2 \right) + \left(2,7 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \right) \\
 &\quad + \left(0,15 \text{ m} \times 2,7 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} \right) \\
 &= 2,226 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Volume pekerjaan tangga per lantai dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Volume Pekerjaan Tangga

Lantai	Beton	Bekisting	Tulangan
	m ³	m ²	kg
L1	15,44	92,04	2726,25
L1A	2,39	21,22	529,17
L2	4,45	41,31	988,04
L2A	2,23	20,66	494,02
L3	4,45	41,31	494,02
L3A	2,23	20,66	494,02

4.4 Analisa Waktu

Perhitungan durasi pekerjaan dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Perhitungan waktu dilakukan dengan menggunakan *microsoft project* untuk memudahkan membuat *sequencing* pekerjaan. *Sequencing* pekerjaan *basement* dapat dilihat pada lampiran 4.

Durasi pekerjaan dihitung berdasarkan produktivitas alat, produktivitas pekerja, jumlah pekerja dan volume pekerjaan. Berikut merupakan perhitungan produktivitas alat berat yang digunakan pada pekerjaan pembangunan *basement*.

1. Excavator PC-60

Kapasitas bucket	: 0.36 m ³
Kedalaman galian rata ²	: 11,2 m
Jenis tanah	: Lempung lunak
Faktor Bucket	: 80% ~ 0,8 (Tabel 2.6)
Efisiensi kerja	: 0,83 (Tabel 2.5)
Jam kerja efektif (Tk)	: 8 jam
Waktu siklus (cm)	: 0,30 mnt ~ 180 dtk (Tabel 2.3)

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per jam} &= Q_2 = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \\
 &= \frac{0,36 \times 0,8 \times 3600 \times 0,83}{18} \\
 &= 47,808 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per hari} &= T_k \times Q_2 \\
 &= 8 \text{ jam} \times 47,808 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 382,464 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

2. Excavator PC-200

Kapasitas bucket	: 0,93 m ³
Kedalaman galian rata ²	: 11,2 m
Jenis tanah	: Lempung lunak
Kondisi alat	: Baik sekali
Kondisi operator	: Baik
Faktor bucket	: 80% ~ 0,8 (Tabel 2.6)
Efisiensi kerja	: 0,83 (Tabel 2.5)
Jam kerja efektif (Tk)	: 8 jam
Waktu siklus (cm)	: 0,375 mnt ~ 22,5 dtk (Tabel 2.3)

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per jam} &= Q_1 = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \\
 &= \frac{0,93 \times 0,8 \times 3600 \times 0,83}{22,5} \\
 &= 98,80 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi per hari} &= T_k \times Q_1 \\
 &= 8 \text{ jam} \times 98,80 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 790,4 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

3. Dumptruck

Kapasitas dump truck (C)	: 6 m ³
Faktor efisiensi alat	: 0,83
Faktor bucket	: 0,8
Kecepatan angkut (V ₁)	: 20 km/jam (333.33 m/menit)

Kecepatan kembali (V_2) : 40 km/jam (666.67 m/menit)

Jarak angkut (D) : 5 km (5000 m)

Faktor efisiensi operator : baik ~ 0,9

Perhitungan waktu siklus

- Waktu pengangkutan $= \frac{D}{V_1} = \frac{5000}{333,33} = 15$ menit
- Waktu kembali $= \frac{D}{V_2} = \frac{5000}{666,67} = 7,5$ menit
- Waktu pemuatan $= \frac{Cd}{q_1} \times k \times cml$
 $= \frac{6}{0,8} \times 0,83 \times (22,5/60)$
 $= 2,33$ menit
- Waktu menumpah = 0,8 menit (asumsi)
- Waktu menunggu = 1,8 menit (asumsi)

Waktu siklus = $15 + 7,5 + 2,33 + 0,8 + 1,8 = 27,43$ menit

$$\begin{aligned} \text{Produksi per jam} &= Q = \frac{q \times 3600 \times E}{cm} \\ &= \frac{6 \times 0,83 \times 60}{27,43} = 10,89 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produksi per hari} &= 8 \text{ jam} \times 10,89 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 87,12 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah kebutuhan *dumptruck* disesuaikan dengan volume pekerjaan.

4. Pengecoran dengan *concrete pump*

Kapasitas truck mixer (V_t) : 7 m³

Faktor efisiensi alat (f_a) : 0,83

Jam efektif : 8 jam

Waktu siklus *concrete pump*

Waktu siklus : 20 menit

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas } \textit{concrete pump} &= V_t \times f_a \times \frac{60}{T_S} \\ &= 7 \times 0,83 \times \frac{60}{20} \\ &= 17,43 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas concrete pump/hari} &= 17,43 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 139,44 \text{ m}^3\end{aligned}$$

5. Pengecoran dengan *Bucket*

Kapasitas bucket (V_b) : 0,83 m³

Jam efektif : 8 jam

Waktu siklus bucket

Mengisi (T_1) : 7 menit

Memompa (T_2) : 5 menit

(T_S) : 12 menit

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas bucket} &= V_b \times f_a \times \frac{60}{T_S} \\ &= 0,8 \times 0,83 \times \frac{60}{12} \\ &= 3,32 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas bucket/hari} &= 3,32 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} \\ &= 26,56 \text{ m}^3\end{aligned}$$

4.4.1 Pekerjaan *Soldier Pile*

Pada pekerjaan ini digunakan alat bantu mesin bor. Produktivitas mesin bor didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak pelaksana.

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas mesin bor (a)} &: 12,5 \text{ m}^3/\text{jam} = 100 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Produktifitas alat cor (b)} &: 17,43 \text{ m}^3/\text{jam} = 139,44 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Produktivitas pembesian (c)} &: 140 \text{ kg/org/hari} \\ &: 3360 \text{ kg/grup/hari} \\ &(\text{8 pekerja : 3 grup})\end{aligned}$$

Waktu kerja efektif	: 8 jam/hari
Kedalaman pengeboran 1	: 24 m
Kedalaman pengeboran 2	: 32 m
Kedalaman pengeboran 3	: 34 m

Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pekerjaan *soldier pile*. Dimana volume pekerjaan untuk *soldier pile* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

$$\text{Durasi } \textit{soldier pile} = \frac{2234 \text{ m}}{100 \text{ m'/hari}} = 23 \text{ hari}$$

Perhitungan durasi pekerjaan *soldier pile* yang terdiri dari pekerjaan pengeboran, pembesian dan pengecoran dapat dilihat pada Tabel 4.27 untuk zona 1 dan Tabel 4.28 untuk zona 2.

Tabel 4.27 Durasi Pekerjaan *Soldier Pile* Zona 1

Jumlah Pile	Kedalaman	Pengeboran	Volume Cor	Pengecoran	Volume Tulangan	Pembesian
	(m)	(hari)	(m3)	(hari)	(kg)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (2)/(a)	(4)	(5) = (4)/(b)	(6)	(7)=(6)/(c)
Tiang Bentonite						
69	1656	17	467,99	4	-	-
17	578	6	163,34	1	-	-
Tiang Beton Bertulang						
69	1656	17	1299,96	9	162194,36	49
17	578	6	453,96	4	56558,13	17
Total Durasi		46		18		66

Tabel 4.28 Durasi Pekerjaan *Soldier Pile* Zona 2

Jumlah Pile	Kedalaman	Pengeboran	Volume Cor	Pengecoran	Volume Tulangan	Pembesian
	(m)	(hari)	(m ³)	(hari)	(kg)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (2)/(a)	(4)	(5) = (4)/(b)	(6)	(7)=(6)/(c)
Tiang Bentonite						
18	612	6	172,95	2	-	-
69	2208	23	623,98	4	-	-
Tiang Beton Bertulang						
18	612	6	480,42	4	59919,52	18
69	2208	23	1733,28	12	216210,72	65
Total Durasi		58		22		83

Pekerjaan *soldier pile* dimulai dari pekerjaan pengeboran tiang bentonite. Kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan tiang beton bertulang dengan selang waktu selama 2 hari. Tahapan pekerjaan *soldier pile* dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Urutan Pekerjaan *Soldier Pile*

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor
Zona 1			
1	Pengeboran tiang bentonite	23	
2	Pengecoran tiang bentonite	9	1FF + 0,33 days
3	Pengeboran tiang beton bertulang	23	2FF + 2 days
4	Pembesian tiang beton bertulang	51	1SS - 24 days
5	Pengecoran tiang beton bertulang	14	3FF + 0,33 days
Zona 2			
6	Pengeboran tiang bentonite	29	1SS
7	Pengecoran tiang bentonite	12	6FF + 0,33 days
8	Pengeboran tiang beton bertulang	29	7FF + 2 days
9	Pembesian tiang beton bertulang	83	4SS
10	Pengecoran tiang beton bertulang	18	8FF + 0,33 days

4.4.2 Pekerjaan *Bored Pile*

Tahapan pekerjaan *bored pile* yakni dimulai dari pekerjaan penggalian, pembesian dan pekerjaan pengecoran. Produktivitas alat bor dan produktivitas pembesian didapatkan dari hasil wawancara dengan pelaksana lapangan.

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas mesin bor (a)} &: 12.5 \text{ m}^3/\text{jam} = 100 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktifitas alat cor (b)} &: 17,43 \text{ m}^3/\text{jam} = 139,44 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 \text{Produktivitas pembesian (c)} &: 140 \text{ kg/org/hari} \\
 &: 3360 \text{ kg/grup/hari} \\
 &\quad (8 \text{ pekerja} : 3 \text{ grup}) \\
 \text{Waktu kerja efektif} &: 8 \text{ jam/hari} \\
 \text{Durasi pengeboran 1 bored pile} &= \frac{\text{Kedalaman pengeboran}}{\text{produktivitas mesin bor}} \\
 &= \frac{42}{100} \\
 &= 0,42 \text{ hari} \sim 3,36 \text{ jam/tiang}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas untuk menyelesaikan 1 pengeboran *bored pile* dibutuhkan waktu 3,36 jam/tiang. Dalam 1 hari kerja mampu melakukan pengeboran sebanyak 2 titik *bored pile*, dengan kedalaman per titik 42 m. Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pengeboran *bored pile* pada zona 1.

$$\text{Durasi pengeboran } \textit{bored pile} = \frac{4072 \text{ m}}{100 \text{ m}^3/\text{hari}} = 41 \text{ hari}$$

Untuk durasi pekerjaan *bored pile* per zonanya dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Durasi Pekerjaan *Bored Pile*

Zona	Kedalaman	Pengeboran	Volume Cor	Pengecoran	Volume Tulangan	Pembesian
	(m)	(hari)	(m ³)	(hari)	(kg)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (2)/(a)	(4)	(5) = (4)/(b)	(6)	(7)=(6)/(c)
1	3990	40	2959,95	22	158309,73	48
2	3318	34	2248,65	17	212298,24	64

Urutan pekerjaan *bored pile* berkesinambungan dengan pekerjaan *soldier pile*. Berikut merupakan urutan pekerja *bored pile* pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Urutan Pekerjaan *Bored Pile*

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor
	Zona 1		
11	Pengeboran bored pile	41	3FS
12	Pembesian bored pile	47	4FS
13	Pengecoran bored pile	28	11FF + 0,5 days
	Zona 2		
14	Pengeboran bored pile	35	8FS
15	Pembesian bored pile	38	9FS - 30 days
16	Pengecoran bored pile	23	14FF + 0,5 days

Untuk mengetahui perhitungan durasi lebih detail dapat dilihat pada lampiran 3.

4.4.3 Pekerjaan Penggalan Basement

Pada pekerjaan penggalan basement digunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*. Pada pekerjaan ini alat berat yang digunakan yakni excavator PC-60, excavator PC-200 dan dumptruck. Perhitungan produktivitas yang telah dilakukan sebelumnya sehingga dapat diketahui durasi pekerjaannya. Berikut merupakan perhitungan durasi galian basement :

Data teknis :

Produktivitas : excavator PC-60 = 382,46 m³/hari
 excavator PC-200 = 790,40 m³/hari
 dumptruck = 87,12 m³/hari/alat

Jam kerja : 8 jam/hari
 1 bulan : 25 hari kerja

Perhitungan durasi penggalan = $\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas excavator per hari}}$
 = $\frac{9618,64}{382,464} = 20 \text{ hari}$

Durasi pekerjaan penggalian basement dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Durasi Galian Basement

No	Uraian Pekerjaan	Volume Galian (m ³)	Produktifitas Excavator per hari (m ³ /hari)	Durasi Penggalian (hari)
1	Tahap I			
	Zona 1	9618,64	382,46	26
	Zona 2	9337,43	382,46	25
2	Tahap II			
	Zona 1	7694,91	382,46	21
	Zona 2	7469,95	382,46	20
3	Tahap III			
	Zona 1	5097,88	382,46	14
	Zona 2	9066,98	382,46	24
	Pengangkutan tanah PC-200		790,40	18

Jadi total durasi pekerjaan galian adalah 61 hari dengan durasi jam kerja 8 jam/hari. Kebutuhan dump truck pada setiap pekerjaan penggalian dengan menggunakan excavator PC 60 yaitu :

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah dump truck} &= \frac{\text{Produktivitas excavator per hari}}{\text{Produktivitas dump truck per hari}} \\
 &= \frac{382,464}{87,12} \\
 &= 4 \text{ unit/zona/hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah dump truck} &= \frac{\text{Produktivitas excavator per hari}}{\text{Produktivitas dump truck per hari}} \\
 &= \frac{790,40}{87,12} = 9 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

4.4.4 Pekerjaan Struktur Basement

Perhitungan durasi yang akan dilakukan adalah perhitungan durasi untuk pekerjaan basement lantai 3. Untuk durasi pekerjaan struktur basement dapat dilihat pada lampiran 3.

4.4.4.1 Pekerjaan Dinding Basement

Tahapan pekerjaan dinding basement dimulai dengan pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting dan pekerjaan pengecoran. Berikut merupakan perhitungan durasi pekerjaan dinding basement:

1. Durasi Pembesian

Produktivitas tukang besi per harinya 140 kg/org/hari, produktivitas tukang diketahui dengan melakukan wawancara pada pihak pelaksana.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 10866,25 \text{ kg} \\
 1 \text{ group} &= 3 \text{ tkg besi} : 5 \text{ pekerja} \\
 \text{Produktivitas per group} &= (8 \times 140 \text{ kg/org/hari}) \\
 &= 1120 \text{ kg/grup/hari} \\
 \text{Kebutuhan tenaga kerja} &= 2 \text{ grup (6 tkg besi : 10 pekerja)} \\
 \text{Durasi} &= \frac{10866,25}{1120 \times 2} = 5 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

2. Durasi Pemasangan Bekisting

Produktivitas tukang kayu 5 m²/org/hari, produktivitas diketahui dengan melakukan wawancara pada pihak pelaksana.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 428,46 \text{ m}^2 \\
 1 \text{ group} &= 2 \text{ tkg kayu} : 2 \text{ pekerja} \\
 \text{Produktivitas per group} &= (4 \times 5 \text{ m}^2/\text{org/hari}) \\
 &= 20 \text{ m}^2/\text{grup/hari} \\
 \text{Kebutuhan tenaga kerja} &= 4 \text{ grup (8 tkg kayu : 8 pekerja)}
 \end{aligned}$$

$$\text{Durasi} = \frac{428,46}{20 \times 4} = 6 \text{ hari}$$

3. Durasi Pengecoran

Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan *bucket*.

$$\text{Volume pekerjaan} = 170,72 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas truck mixer} = 7 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu kerja efektif} = 8 \text{ jam kerja}$$

$$\text{Kapasitas bucket} = 0,8 \text{ m}^3 \text{ (hasil wawancara)}$$

$$\text{Produktivitas bucket/hari} = 26,56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi pengecoran} = \frac{170,718}{26,56} = 7 \text{ hari}$$

4.4.4.2 Pekerjaan Kolom dan *Shearwall*

Pada pekerjaan kolom dilakukan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari pemasangan tulangan, bekisting dan pengecoran. Untuk mengetahui durasi pekerjaan kolom, diperlukan perhitungan durasi per item pekerjaan sebagai berikut :

1. Durasi Pembesian Kolom dan *Shearwall*

Pada perhitungan durasi perlu diketahui produktivitas pekerjaanya. Pada pekerjaan pembesian kolom diketahui bahwa produktivitas tukang besi per harinya adalah 140 kg/org/hari. Produktivitas pekerja diketahui dengan melakukan wawancara oleh pihak pelaksana.

$$\text{Volume pekerjaan} = 12121,37 \text{ kg}$$

$$1 \text{ group} = 3 \text{ tkg besi} : 5 \text{ pekerja}$$

$$\text{Produktivitas per group} = (8 \times 140 \text{ kg/org/hari})$$

$$= 1120 \text{ kg/grup/hari}$$

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja} = 2 \text{ grup (6 tkg besi : 10 pekerja)}$$

$$\text{Durasi} = \frac{12121,37}{1120 \times 2} = 6 \text{ hari}$$

2. Durasi Pemasangan Bekisting

Produktivitas pekerja adalah 5 m²/org/hari (produktivitas tukang diketahui dengan melakukan wawancara dengan pelaksana).

$$\text{Volume pekerjaan} = 228,66 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ group} = 2 \text{ tkg kayu} : 2 \text{ pekerja}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per group} &= (4 \times 5 \text{ m}^2/\text{org}/\text{hari}) \\ &= 20 \text{ m}^2/\text{grup}/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja} = 4 \text{ grup (8 tkg kayu : 8 pekerja)}$$

$$\text{Durasi} = \frac{228,66}{20 \times 4} = 3 \text{ hari}$$

3. Durasi Pengecoran

Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan *bucket*.

$$\text{Volume pekerjaan} = 54,76 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas truck mixer} = 7 \text{ m}^3$$

$$\text{Waktu kerja efektif} = 8 \text{ jam kerja}$$

$$\text{Kapasitas bucket} = 0,8 \text{ m}^3 \text{ (hasil wawancara)}$$

$$\text{Produktivitas bucket/hari} = 26,56 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi pengecoran} = \frac{54,76}{26,56} = 2 \text{ hari}$$

4.4.5 Pekerjaan Pelat Lantai

Tahapan pekerjaan pelat lantai dimulai dengan pekerjaan pembesian, pemasangan bekisting dan pengecoran. Berikut merupakan perhitungan durasi yang dibutuhkan :

1. Durasi Pembesian Pelat Lantai

Produktivitas pekerjaan 140 kg/org/hari (hasil wawancara pada pihak pelaksana)

$$\text{Volume pekerjaan} = 44157,37 \text{ kg}$$

$$1 \text{ group} = 3 \text{ tkg besi} : 5 \text{ pekerja}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas per group} &= (8 \times 140 \text{ kg}/\text{org}/\text{hari}) \\ &= 1120 \text{ kg}/\text{grup}/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan tenaga kerja} &= 4 \text{ grup (12 tkg besi : 20 pekerja)} \\ \text{Durasi} &= \frac{44157,369}{1120 \times 4} = 10 \text{ hari}\end{aligned}$$

2. Durasi Pemasangan Bekisting

Produktivitas pekerja 5 m²/org/hari (hasil wawancara pada pihak pelaksana)

$$\text{Volume pekerjaan} = 29,97 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ group} = 2 \text{ tkg kayu : 2 pekerja}$$

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas per group} &= (4 \times 5 \text{ m}^2/\text{org}/\text{hari}) \\ &= 20 \text{ m}^2/\text{grup}/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan tenaga kerja} = 2 \text{ grup (4 tkg kayu : 4 pekerja)}$$

$$\text{Durasi} = \frac{29,97}{20 \times 2} = 1 \text{ hari}$$

3. Durasi Pengecoran

Pada pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai alat bantu pengecoran digunakan concrete pump.

$$\text{Volume pekerjaan} = 284,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Kapasitas truck mixer} = 7 \text{ m}^3 \text{ (hasil wawancara)}$$

$$\text{Waktu kerja efektif} = 8 \text{ jam kerja}$$

$$\text{Produktivitas concrete pump} = 139,44 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Durasi pengecoran} = \frac{284,886}{139,44} = 3 \text{ hari}$$

Sequencing pekerjaan untuk skenario 1 dan skenario 2 secara detail dan keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 3. Sequencing pekerjaan skenario 1 secara garis besar dapat dilihat pada Tabel 4.33. Sedangkan sequencing pekerjaan skenario 2 dapat dilihat pada Tabel 4.34.

Tabel 4.33 Durasi Pekerjaan Basement Skenario 1

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
0	Struktur Bawah	375	
1	Soldier Pile	150	
2	Bored Pile	112	1FS
3	Galian Basement	77	2FS + 5 days
4	Capping Beam	4	2FS + 23 days
5	Pile Cap	49	3FS + 17 days
6	Raft Foundation	25	5FS + 14 days
7	Struktur Basement		
8	Pekerjaan L3	26	
9	Slab	20	6FS
10	Kolom	9	6SS + 9 days
11	Dinding	13	10FS - 5 days
12	Ramp 3 - 3A	4	9FS - 5 days
13	Tangga 3 - 2	3	12FS - 1 days
14	Pekerjaan L3A	52	
15	Slab	43	9SS
16	Kolom	32	11FS - 2 days
17	Dinding	11	16FS - 13 days
18	Ramp 3A - 2	4	15FS - 4 days
19	Tangga 3A - 2A	3	18FS - 1 days
20	Pekerjaan L2	31	
21	Slab dan Balok	17	19FS - 1 days
22	Kolom	24	17FS - 7 days
23	Dinding	11	23FS - 8 days
24	Ramp 2 - 2A	3	21FS - 5 days
25	Tangga 2 - 1	2	24FS - 1 days
26	Pekerjaan L2A	30	
27	Slab dan Balok	30	25FS - 1 days

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
28	Kolom	21	27FS - 4 days
29	Dinding	10	28FS - 19 days
30	Ramp 2A - 1	3	27FS - 6 days
31	Tangga 2A - 1A	2	30FS - 1 days
32	Pekerjaan L1	37	
33	Slab dan Balok	25	31FS - 1 days
34	Kolom	31	29FS - 7 days
35	Dinding	15	34FS - 11 days
36	Ramp 1 - 1A	3	33FS - 11 days
37	Tangga 1 - Ground	3	36FS - 1 days
38	Pekerjaan L1A	40	
39	Slab dan Balok	32	37FS - 1 days
40	Kolom	5	35FS - 13 days
41	Dinding	16	40FS - 5 days
42	Ramp 1A - Ground	10	39FS - 5 days
43	Tangga 1A - Ground	2	42FS 5 days

Tabel 4.34 Durasi Pekerjaan Basement Skenario 2

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
0	Struktur Bawah		
1	Soldier Pile	83	
2	Bored Pile	64	1FS - 20 days
3	Galian Basement	77	2FS + 5 days
4	Capping Beam	4	2FS + 23 days
5	Pile Cap	49	3FS + 17 days
6	Raft Foundation	25	5FS + 14 days
7	Struktur Basement		
8	Pekerjaan L3	26	

Kode	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessors
9	Slab	20	6FS
10	Kolom	9	6SS + 9 days
11	Dinding	13	10FS - 5 days
12	Ramp 3 - 3A	4	9FS - 5 days
13	Tangga 3 - 2	3	12FS - 1 days
14	Pekerjaan L3A	52	
15	Slab	43	9SS
16	Kolom	32	11FS - 2 days
17	Dinding	11	16FS - 13 days
18	Ramp 3A - 2	4	15FS - 4 days
19	Tangga 3A - 2A	3	18FS - 1 days
20	Pekerjaan L2	31	
21	Slab dan Balok	17	19FS - 1 days
22	Kolom	24	17FS - 7 days
23	Dinding	11	23FS - 8 days
24	Ramp 2 - 2A	3	21FS - 5 days
25	Tangga 2 - 1	2	24FS - 1 days
26	Pekerjaan L2A	30	
27	Slab dan Balok	30	25FS - 1 days
28	Kolom	21	27FS - 4 days
29	Dinding	10	28FS - 19 days
30	Ramp 2A - 1	3	27FS - 6 days
31	Tangga 2A - 1A	2	30FS - 1 days
32	Pekerjaan L1	37	
33	Slab dan Balok	25	31FS - 1 days
34	Kolom	31	29FS - 7 days
35	Dinding	15	34FS - 11 days

36	Ramp 1 - 1A	3	33FS - 11 days
37	Tangga 1 - Ground	3	36FS - 1 days
38	Pekerjaan L1A	40	
39	Slab dan Balok	32	37FS - 1 days
40	Kolom	5	35FS - 13 days
41	Dinding	16	40FS - 5 days
42	Ramp 1A - Ground	10	39FS - 5 days
43	Tangga 1A - Ground	2	42FS 5 days

4.5 Analisa Harga Satuan

Pada Tugas Akhir ini dilakukan perhitungan Analisa Harga Satuan (AHS) yang disesuaikan dengan produktivitas alat dan jumlah pekerja dilapangan. Perhitungan AHS dihitung berdasarkan kebutuhan alat, pekerja dan material yang dibutuhkan. Berikut merupakan contoh perhitungan analisa harga satuan pada pekerjaan penulangan dan untuk AHS pekerjaan lainnya dapat dilihat pada lampiran 4.

1 kg penulangan kolom

Produktivitas (Qt) : 140 kg/org/hari

Jam kerja (Tk) : 8 jam kerja

Kebutuhan tenaga kerja : Mandor (M) : 1 orang

Kepala tukang (Kt) : 1 orang

Tukang besi (T) : 1 orang

Pekerja (P) : 5 orang

Keterangan :

1 mandor = 10 pekerja

1 tukang besi = 4 pekerja

1 kepala tukang = 5 tukang besi

Perhitungan koefisien

$$1. \text{ Tukang besi} = \frac{Tk \times M}{Qt} = \frac{1}{140} = 0,0071 \text{ org/hari}$$

2. Pekerja = koefisien tukang x jumlah pekerja
= $0,0071 \times 4$
= $0,0286 \text{ org/hari}$
3. Kepala tukang = koefisien tukang / jumlah pekerja
= $0,0071 / 5$
= $0,0014$
4. Mandor = koefisien kepala tukang / jumlah pekerja
= $0,0014 / 10$
= $0,0001$

Contoh analisa harga satuan dapat dilihat pada tabel 4.35

Tabel 4.35 Analisa Harga Satuan Penulangan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pekerja	org/hari	0,0286	Rp 99.400,00	Rp 2.840,00
2.	Tukang Besi	org/hari	0,0071	Rp 99.400,00	Rp 710,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0014	Rp 104.400,00	Rp 149,14
3.	Mandor	org/hari	0,0001	Rp 119.500,00	Rp 17,07
				Jumlah Harga Pekerja	Rp 3.716,21
B. Material					
1.	Besi Beton Ulir	kg	1,050	Rp 10.000,00	Rp 10.500,00
2.	Kawat Beton	kg	0,015	Rp 23.000,00	Rp 345,00
				Jumlah Harga Material	Rp 10.845,00
C. Alat					
1.	Bar bender	ls	0,0033	Rp 1.500.000,00	Rp 5.000,00
2.	Bar cutter	ls	0,0025	Rp 1.500.000,00	Rp 3.750,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 8.750,00
				Total	Rp 23.311,21

Perhitungan analisa harga satuan untuk pekerjaan lainnya dapat dilihat pada lampiran 4.

4.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada Tugas Akhir ini hanya untuk RAB pada pekerjaan basement saja. Perhitungan RAB

dilakukan dengan mengalikan volume total pada setiap item pekerjaan dengan analisa harga satuan yang telah dibuat sebelumnya. Berikut merupakan rekapitulasi RAB skenario 1 pada Tabel 4.36 dan rekapitulasi RAB skenario 2 pada Tabel 4.37. sedangkan untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 4.36 Rekapitulasi RAB Skenario 1

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA	Rp.
1	Soldier Pile	Rp	11.720.000.156,501
2	Pondasi <i>Bored Pile</i>	Rp	10.921.543.375,681
3	Capping Beam	Rp	396.395.199,464
4	Galian Basement	Rp	2.319.499.780,166
5	Pile Cap	Rp	1.888.296.821,924
6	Raft Foundation	Rp	6.123.593.330,525
7	Pelat <i>Basement</i>	Rp	3.650.951.897,272
8	Kolom dan Shearwall	Rp	5.648.715.491,464
9	Pelat lantai dan Balok	Rp	11.413.710.104,264
10	Dinding Basement	Rp	2.569.608.703,932
11	Ramp	Rp	600.485.541,740
12	Tangga	Rp	195.662.115,491
13	Dewatering	Rp	155.500.000,000
14	Biaya bulanan	Rp	3.094.382.000,000
Jumlah Total Harga		Rp	60.698.344.518,43
PPN 10%		Rp	6.069.834.451,84
Jumlah Total Harga Setelah Pajak		Rp	66.768.178.970,27
Jumlah Total Harga Setelah Pembulatan		Rp	66.768.178.970,00

Tabel 4.37 Rekapitulasi RAB Skenario 2

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA	
1	Soldier Pile	Rp	23.440.000.313,003
2	Pondasi <i>Bored Pile</i>	Rp	21.843.086.751,363
3	Capping Beam	Rp	396.395.199,464
4	Galian Basement	Rp	2.319.499.780,166
5	Pile Cap	Rp	1.888.296.821,924
6	Raft Foundation	Rp	6.123.593.330,525
7	Pelat <i>Basement</i>	Rp	3.650.951.897,272
8	Kolom dan Shearwall	Rp	5.648.715.491,464
9	Pelat lantai dan Balok	Rp	11.413.710.104,264
10	Dinding Basement	Rp	2.569.608.703,932
11	Ramp	Rp	600.485.541,740
12	Tangga	Rp	195.662.115,491
13	Dewatering	Rp	155.500.000,000
14	Biaya bulanan	Rp	2.449.632.000,000
Jumlah Total Harga		Rp	82.695.138.050,61
PPN 10%		Rp	8.269.513.805,06
Jumlah Total Harga Setelah Pajak		Rp	90.964.651.855,67
Jumlah Total Harga Setelah Pembulatan		Rp	90.964.651.850,00

4.7 Hasil Perhitungan

Setelah melakukan perencanaan ulang dapat diketahui biaya dan waktu yang dibutuhkan pada pekerjaan basement. Dengan melakukan 2 skenario didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Pada skenario pertama, didapatkan durasi pekerjaan 497 hari dengan biaya sebesar Rp 66.768.178.970,00
2. Skenario kedua, didapatkan durasi pekerjaan 386 hari dengan biaya sebesar Rp 90.964.651.850,00

Sedangkan pada kondisi existing saat ini durasi pekerjaan selama 633 hari dengan biaya sebesar Rp Rp 52.641.543.532,183

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan metode konstruksi basement yang dilakukan didapatkan hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada kondisi existing untuk pekerjaan *bored pile* dan *soldier pile* dilakukan dengan menggunakan 1 zonasi pekerjaan, dan untuk pekerjaan penggalian basement dilakukan dengan menggunakan 3 zonasi penggalian. Pada kondisi ini dibutuhkan durasi pekerjaan selama 633 hari dengan biaya sebesar Rp 52.641.543.532,183.
2. Skenario pertama digunakan satu unit alat bor dan menggunakan satu zona pengerjaan untuk *bored pile* dan *soldier pile*. Untuk pekerjaan penggalian basement dilakukan dengan membuat dua zonasi pengerjaan dan menggunakan satu unit alat berat yakni *excavator* pada masing-masing zona. Pada skenario ini dibutuhkan durasi pekerjaan selama 497 hari dengan biaya Rp 66.768.178.970,00.
3. Skenario kedua digunakan dua unit alat bor dan menggunakan dua zona pengerjaan untuk *bored pile* dan *soldier pile*. Untuk pekerjaan penggalian basement dilakukan dengan membuat dua zonasi pengerjaan dan menggunakan satu unit alat berat yakni *excavator* pada masing-masing zona. Pada skenario ini dibutuhkan durasi pekerjaan selama 386 hari dengan biaya sebesar Rp 90.964.651.850,00.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat kekurangan antara lain tidak dilakukannya perhitungan resiko metode pelaksanaan. Selain itu pada Tugas Akhir ini tidak dilakukan identifikasi resiko pada penjadwalan, sehingga penjadwalan dapat dilaksanakan secara nyata dilapangan.

“ Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto.2008. **Metode Konstruksi Gedung Bertingkat**. Jakarta: UI Press
- Asiyanto.2008. **Metode Konstruksi Dewatering**. Jakarta: UI Press
- Departemen Pekerjaan Umum. 2013. **Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum**. Bandung: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Ervianto, Wulfram I.2007. **Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan**. Yogyakarta: ANDI
- Kholil, Ahmad. 2012. **Alat Berat**. Jakarta: Remaja Rosdakarya
- Labombang, Mastura.2011. “Manajemen Risiko Dalam Proyek Konstruksi”. **Jurnal Smartek, Vol. 9 No.1**.
- Rochmanhadi. 1992. **Alat – Alat Berat**. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti,Susi Fatena.2008. **Alat Berat untuk Proyek Konstruksi**. Jakarta: Rineka Cipta.
- Suputra, I Gusti Ngurah Oka. 2011. “Penjadwalan Proyek Dengan Precende Diagram Method (PDM) Dan Ranked Position Weight Method (RPWM)”. **Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 15 No.1**.
- Wahyono,Rangga.2007. **Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Basement “The Adiwangsa Residences and Mall” di Surabaya**. Surabaya.

Zeniya, Virda Akmalia.2007. **Analisa Perbandingan Secant Pile dan Diaphragm Wall Sebagai Struktur Penahan Tanah Dinding Basement Ditinjau Dari Aspek Teknis, Waktu dan Biaya (Studi Kasus: Proyek Hi-Tech Center Surabaya)**. Surabaya.

LAMPIRAN 1

[illegible]

Summary of Laboratory Test

Project : Apartemen Kertajaya

Location : Kertajaya, Surabaya.

Sample No.			BH-2B	BH-2B	BH-2B	BH-2B	BH-2B	
Sample depth, m			34.50-35.00	36.50-37.00	39.00-39.45	40.50-41.00	42.50-43.00	
Natural water content, %			31	27	50	45	45	
Specific gravity, G _s			2.66	2.69	2.72	2.63	2.66	
Unit weight, ton/m ³			*	*	*	1.69	1.68	
Natural void ratio						1.26	1.30	
Degree of saturation, %						94	92	
Atterberg Limits		Liquid limit, %	71	115	71	107	104	
		Plastic Limit, %	30	29	41	42	41	
		Plasticity Index	41	86	30	65	63	
Visual Soil description			Clayey silt, with some of sand, light brownish grey	Clayey silt, with a little of sand, a little of gravel	Clayey silt, with a trace of sand, light brownish grey	Clayey silt, light brownish grey	Clayey silt, light brownish grey	
Unified soil description			CH	CH	MH	CH/MH	CH/MH	
S T R T E E N S G T T H	Unconfined (U) (R)		Cohesion, kg/cm ²					
			Cohesion, kg/cm ²					
	Triaxial UU Test		Cohesion, kg/cm ²	*	*	*	0.75	2.25
			Angle of Int. Friction				22	4
	CU Test	Total	Cohesion, kg/cm ²					
			Angle of Int. Friction					
		Eff.	Cohesion, kg/cm ²					
			Angle of Int. Friction					
Consol. . Test	Precons. Pressure, kg/cm ²		*	*	*	1.75	2.70	
	Compression Index, C _c					0.383	0.402	

Note :

*) sample unable to be molded / fail at test

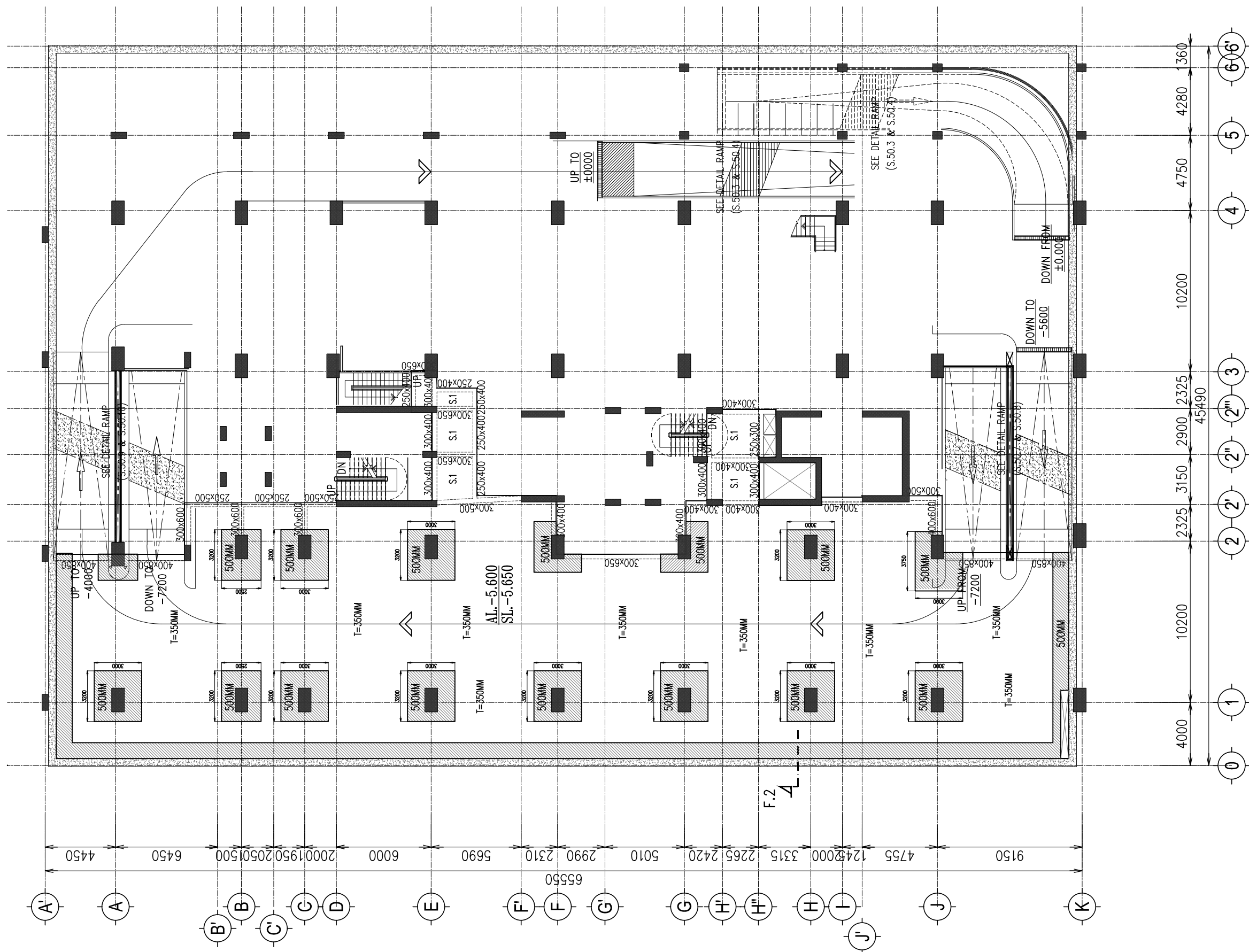
Summary of Laboratory Test

Project : Apartemen Kertajaya
Location : Kertajaya, Surabaya.

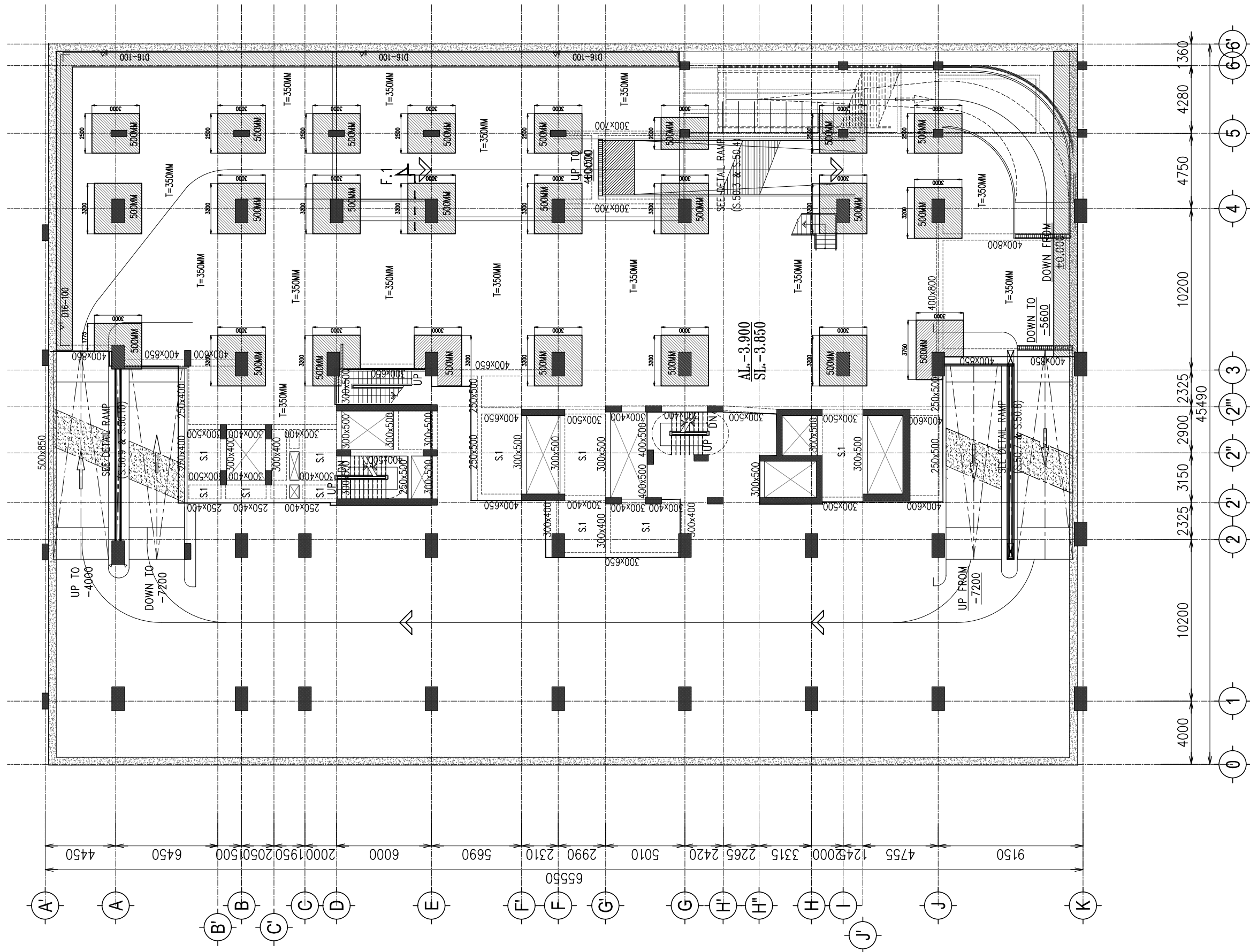
Sample No.				BH-2B	BH-2B	BH-2B	BH-2B	BH-2B
Sample depth, m				44.50-45.00	46.50-47.00	48.50-49.00	53.00-53.45	56.50-57.00
Natural water content, %				48	43	52	61	55
Specific gravity, G _s				2.67	2.66	2.66	2.72	2.64
Unit weight, ton/m ³				1.63	1.68	1.71	*	1.77
Natural voidratio				1.42	1.26	1.36		1.31
Degree of saturation, %				90	90	100		100
AtterbergLimits		Liquid limit, %		106	105	115	93	114
		Plastic Limit, %		42	40	39	47	50
		PlasticityIndex		64	65	76	46	64
VisualSoil description				Clayey silt, light brownish grey	Clayey silt, with a trace of sand, dark grey	Clayey silt, with a trace of sand, dark grey	Clayey silt, with a trace of sand, dark grey	Clayey silt, with a trace of sand, dark grey
Unified soil description				CH/MH	CH	CH	MH	MH
S T R T E E N S G T T H	Unconfined (U) (R)		Cohesion, kg/cm ²					
			Cohesion, kg/cm ²					
	Triaxial UU Test		Cohesion, kg/cm ²	1.95	1.60	0.32	*	*
			Angle of Int. Friction	5	7	12		
	CU Test	Total	Cohesion, kg/cm ²					
			Angle of Int. Friction					
		Eff.	Cohesion, kg/cm ²					
			Angle of Int. Friction					
Consol . Test	Precons. Pressure, kg/cm ²			2.05	3.10	2.70	*	3.20
	Compression Index, C _c .			0.392	0.379	0.550		0.470

Note :

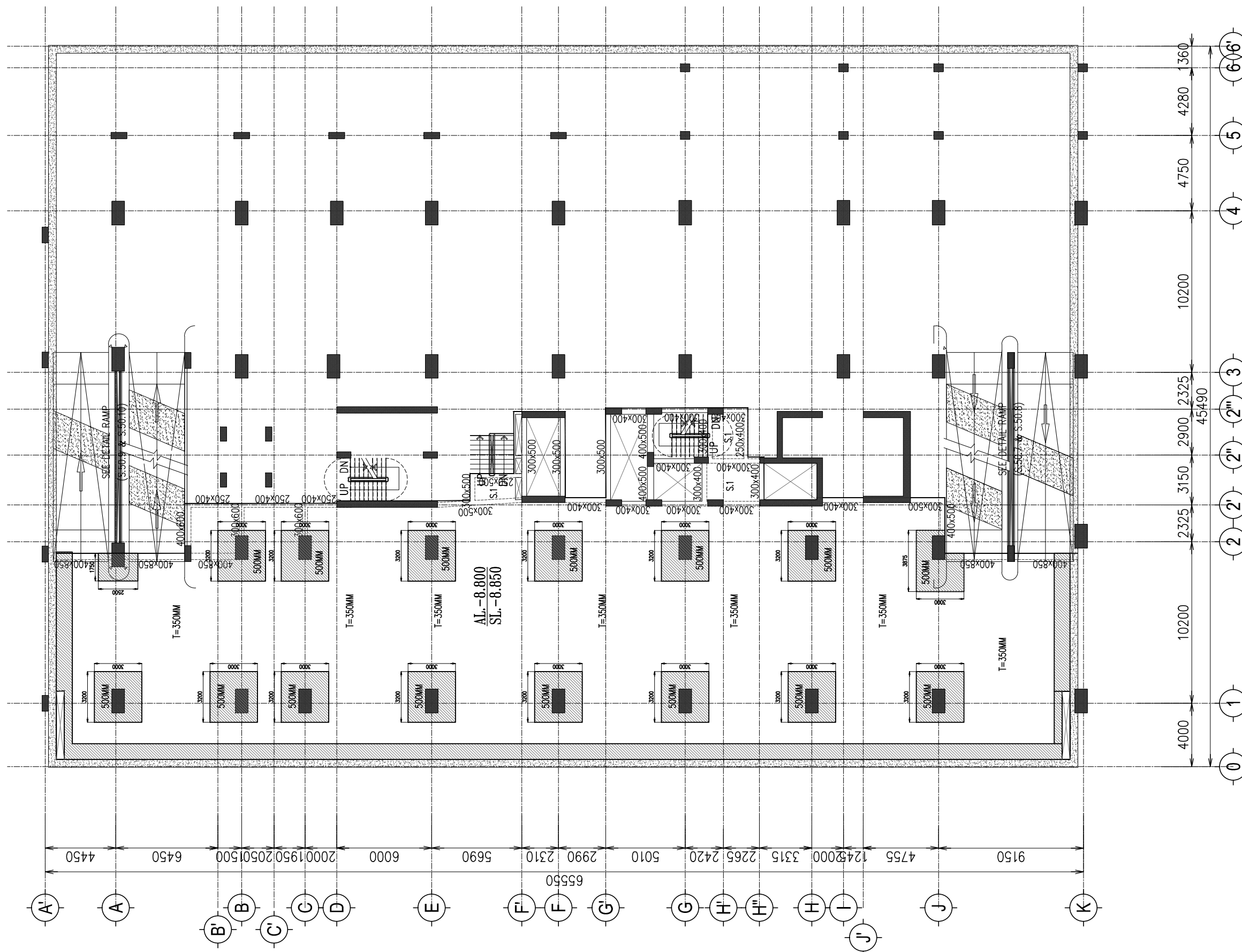
*) sample unable to be molded / fail at test



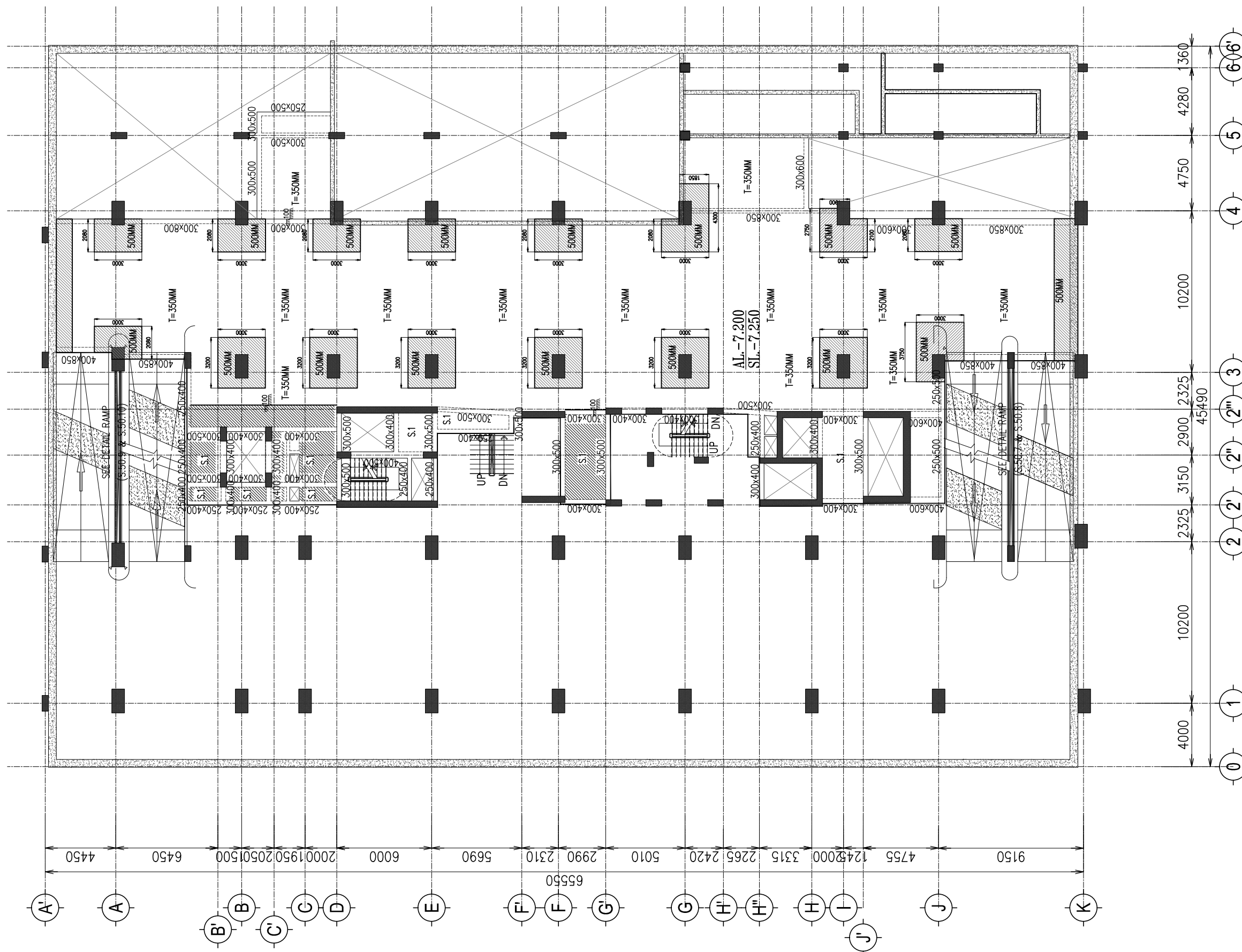
NOTES			
1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KEUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.			
2. BETON. MUTU BETON $f'c = 35 \text{ Mpa}$ MUTU KOLOM $f'c = 40 \text{ Mpa}$			
3. BAJA TULANGAN. KOLOM : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ BALOK : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ SHEARWALL : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ PELAT : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ PILE CAP : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ RAFT : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ LAINYA : ULIR : D $f'y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ POLOS : Ø $f'y = 2400 \text{ kg/cm}^2$			
4. KONSTRUKSI BAJA. BAJA PROFIL : ASTM – A36 BAUT STRUKTUR : A-325 & A-307 MUTU LAS : E – 70 XX			
NO	REVISION	DATE	SIGNED
PROJECT			
APARTEMEN KERTAJAYA <small>S.L 7A.7A.4</small>			
OWNER/DEVELOPER			
PT. INVESTASI HASIL SEJAHTERA			
ARCHITECT CONSULTANT			
 P.T. AIRMAS ASRI ARCHITECTS • ENGINEERS • CONSULTANTS <small>Jl. Raya Kertajaya No. 11, Kertajaya, Bekasi - Jawa Barat Telp. (021) 82511111 Fax. (021) 82511111 E-mail : airmas@chic.net.id, engineering@ptairmas.com</small>			
STRUCTURE CONSULTANT			
 CIPTA SUKSES, PT. ENGINEERING CONSULTANT & CONTRACTOR <small>Ruko Pringdi Blok H/11, Taman Paksi Lestari Jl. Raya Kertajaya No. 11, Kertajaya, Bekasi - Jawa Barat Telp. (021) 82511111 Fax. (021) 82511111 E-mail : airmas@chic.net.id, engineering@ptairmas.com</small>			
MECHANICAL/ELECTRICAL CONSULTANT			
 PT. SKEMA MANUSA CONSULTAMA TEKNIK MECHANICAL & ELECTRICAL CONSULTING ENGINEERS <small>Ruko Mega Wapen, Blok H/11, Taman Paksi Lestari Jl. Raya Kertajaya No. 11, Kertajaya, Bekasi - Jawa Barat Telp. (021) 82511111 Fax. (021) 82511111 E-mail : skema@bnr.net.id</small>			
QUANTITY SURVEYOR			
WT PARTNERSHIP PT Wolferstan Trower Indonesia <small>Cakra Surya International Level 12 J HR Rosana Sidi KAN X-10 Jakarta 12250 Phone: (6221) 5262150 / (Hunting), Fax: (6221) 5262180, E-mail: wtpartnershipcentralindia</small>			
DRAWING TITLE			
DENAH LT.BASEMENT 1			
SCALE	DRAWN		DATE
	CHECKED		DATE
	APPROVED		DATE
ISSUED FOR :		DRAWING CODE	DRAWING NO
CONSTRUCTION		2013-21	IS.05.1
DATE	10-09-2014		



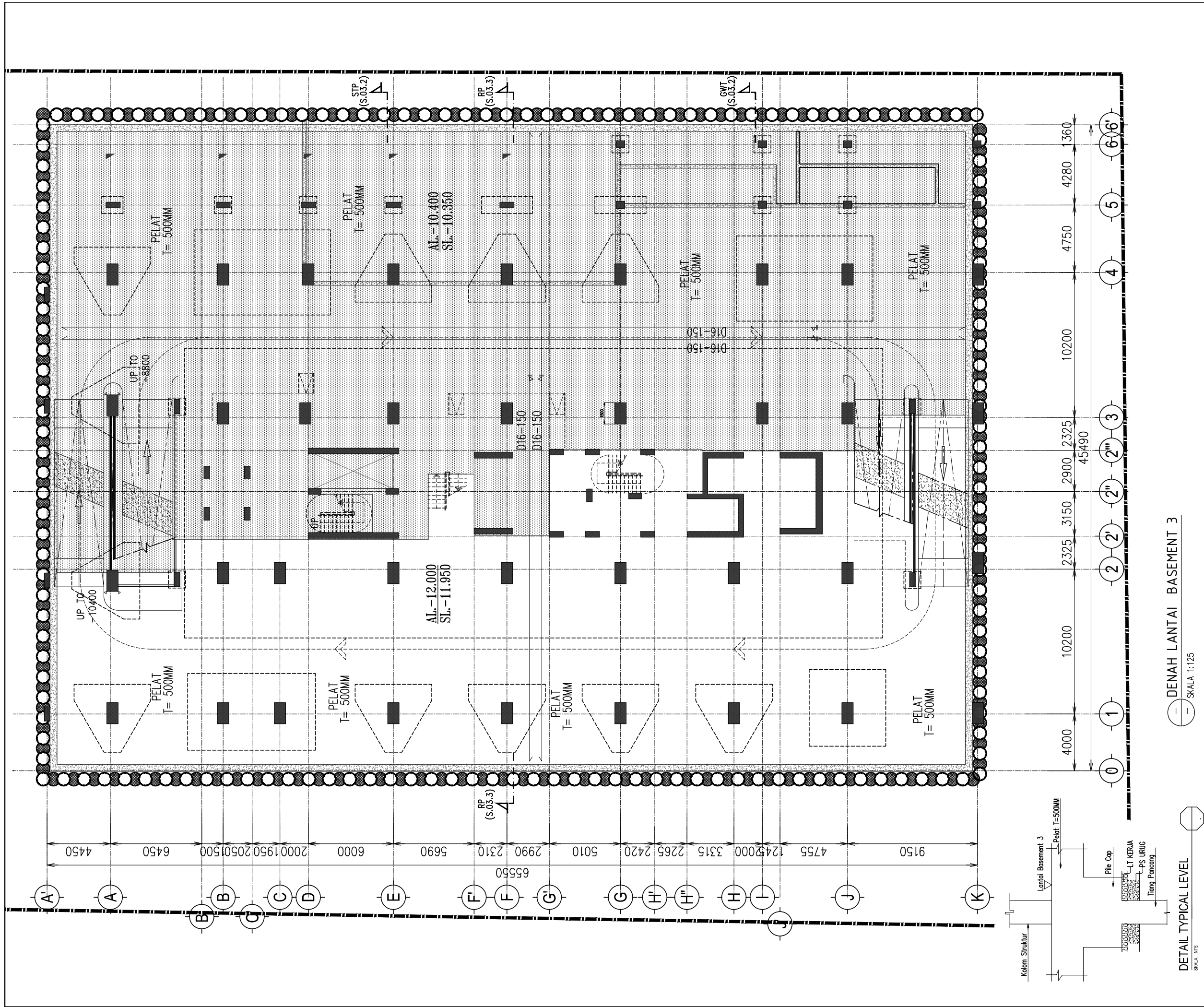
NOTES			
1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KECUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.			
2. BETON. MUTU BETON $f_c' = 35 \text{ Mpa}$ MUTU KOLOM $f_c' = 40 \text{ Mpa}$			
3. BAJA TULANGAN. KOLOM : D $f_y = 400 \text{ kg/cm}^2$ BALOK : D $f_y = 400 \text{ kg/cm}^2$ SHEARWALL : D $f_y = 400 \text{ kg/cm}^2$ PELAT : D $f_y = 500 \text{ kg/cm}^2$ PILE CAP : D $f_y = 500 \text{ kg/cm}^2$ RAFT : D $f_y = 500 \text{ kg/cm}^2$ LAINYA : ULIR : D $f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ POLOS : ϕ $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$			
4. KONSTRUKSI BAJA. BAJA PROFIL : ASTM - A36 BAUT STRUKTUR : A-325 & A-307 MUTU LAS : E - 70 XX			
NO	REVISION	DATE	SIGNED
PROJECT			
APARTEMEN KERTAJAYA SL. RAJA'YA			
OWNER/DEVELOPER			
PT. INVESTASI HASIL SEJAHTERA			
ARCHITECT CONSULTANT			
P.T. AIRMAS ASRI ARCHITECTS • ENGINEERS • CONSULTANTS Jl. Raya Kertajaya No. 11, Terasa Indah Estate, Jl. Raya Kertajaya Ring Road, Cengkareng, Jakarta Phone: (021) 582150, Fax: (021) 582151 E-mail: airmas@airmas.com			
STRUCTURE CONSULTANT			
CIPTA SUKSES, PT. ENGINEERING CONSULTANT & CONTRACTOR Jl. Raya Kertajaya No. 11, Terasa Indah Estate, Jl. Raya Kertajaya Ring Road, Cengkareng, Jakarta Phone: (021) 582150, Fax: (021) 582151 E-mail: cipta@ciptasukses.com			
MECHANICAL/ELECTRICAL CONSULTANT			
PT. SKEMANUSA CONSULTAMA TEKNIK MECHANICAL & ELECTRICAL CONSULTING ENGINEERS Jl. Raya Kertajaya No. 11, Terasa Indah Estate, Jl. Raya Kertajaya Ring Road, Cengkareng, Jakarta Phone: (021) 582150, Fax: (021) 582151 E-mail: skema@skema.net.id			
QUANTITY SURVEYOR			
WT PARTNERSHIP PT Wolferstan Trower Indonesia Graha Surya Intermus Level 12, Jl. HR Rasuna Said KAV X-10 Jakarta 12950 Phone: (021) 582150 (1. Helling), Fax: (021) 582150, E-mail: wtp@wtpartnership.com			
DRAWING TITLE			
DANAH LT.BASEMENT 1A			
SCALE 1: 125	DRAWN		DATE
	CHECKED		DATE
	APPROVED		DATE
ISSUED FOR :		DRAWING CODE	DRAWING NO
CONSTRUCTION		2013-21	1S.05A.1
DATE	10-09-2014		



NOTES			
1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KEUAL YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.			
2. BETON. MUTU BETON $f'c = 35 \text{ Mpa}$ MUTU KOLOM $f'c = 40 \text{ Mpa}$			
3. BAJA TULANGAN. KOLOM : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ BALOK : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ SHEARWALL : D $f'y = 400 \text{ kg/cm}^2$ PELAT : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ PILE CAP : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ RAFT : D $f'y = 500 \text{ kg/cm}^2$ LAINYA : ULIR : D $f'y = 4000 \text{ kg/cm}^2$ POLOS : Ø $f'y = 2400 \text{ kg/cm}^2$			
4. KONSTRUKSI BAJA. BAJA PROFIL : ASTM – A36 BAUT STRUKTUR : A-325 & A-307 MUTU LAS : E – 70 XX			
NO	REVISION	DATE	SIGNED
PROJECT			
APARTEMEN KERTAJAYA <small>S.L. KERTAJAYA</small>			
OWNER/DEVELOPER			
PT. INVESTASI HASIL SEJAHTERA			
ARCHITECT CONSULTANT			
 P.T. AIRMAS ASRI ARCHITECTS • ENGINEERS • CONSULTANTS <small>A MEMBER OF THE GROUP OF COMPANIES OF PT. GUNAWAN GROUP</small>			
STRUCTURE CONSULTANT			
 CIPTA SUKSES, PT. ENGINEERING CONSULTANT & CONTRACTOR <small>Ruko Pring Rink W-1, Taman Palm Jember Jl. Raya Karan Ular Ring Road Compling - Jember Phone : 031 508 8855 Fax : 031 510 3821 E-mail : airman@cin.net.id, engineering@ciptasukses.com</small>			
MECHANICAL/ELECTRICAL CONSULTANT			
 PT. SKEMA CONSULTAMA TEKNIK MECHANICAL & ELECTRICAL CONSULTING ENGINEERS <small>Ruko Mega Kertajaya, Jl. No. 48 Jl. Veteran Kertajaya, Kecamatan Kertajaya Kota Batu 65119 Phone : 055 295 295 Fax : 055 295 142 E-mail : skema@bnr.net.id</small>			
QUANTITY SURVEYOR			
WT PARTNERSHIP PT Wolferstan Trower Indonesia <small>Gedung suryo Intarnusa Level 12 Jl. HR Rasuna Said Kav X-10 Jakarta 12950 Phone : (021) 582750 (Helling), Fax : (021) 582755, E-mail : wpt@wtarsia.co.id</small>			
DRAWING TITLE			
DENAH LT.BASEMENT 2			
SCALE	DRAWN		DATE
1: 125	CHECKED		DATE
	APPROVED		DATE
ISSUED FOR :		DRAWING CODE	DRAWING NO
CONSTRUCTION		2013–21	S.04.1
DATE	10-09–2014		



NOTES			
1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KEUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.			
2. BETON. MUTU BETON $f'c = 35$ Mpa MUTU KOLOM $f'c = 40$ Mpa			
3. BAJA TULANGAN. KOLOM : D $f'y = 400$ kg/cm ² BALOK : D $f'y = 400$ kg/cm ² SHEARWALL : D $f'y = 400$ kg/cm ² PELAT : D $f'y = 500$ kg/cm ² PILE CAP : D $f'y = 500$ kg/cm ² RAFT : D $f'y = 500$ kg/cm ² LAINYA : ULIR : D $f'y = 4000$ kg/cm ² POLOS : \emptyset $f'y = 2400$ kg/cm ²			
4. KONSTRUKSI BAJA. BAJA PROFIL : ASTM – A36 BAUT STRUKTUR : A-325 & A-307 MUTU LAS : E – 70 XX			
NO	REVISION	DATE	SIGNED
PROJECT			
APARTEMEN KERTAJAYA SL 7A3A ⁴			
OWNER/DEVELOPER			
PT. INVESTASI HASIL SEJAHTERA			
ARCHITECT CONSULTANT			
 P.T. AIRMAS ASRI ARCHITECTS • ENGINEERS • CONSULTANTS <small>A MEMBER OF THE PT. HARDA GROUP OF COMPANIES</small>			
STRUCTURE CONSULTANT			
 CIPTA SUKSES, PT. ENGINEERING CONSULTANT & CONTRACTOR <small>Batu Pongok Blok W11, Taman Puri Indah Jl. Raya Karet Utara Ring Road Complex, Jakarta Phone : 021 538 8855 Fax : 021 538 8821 E-mail : amsuar@cin.net.id, engineering@ciptasukses.com</small>			
MECHANICAL/ELECTRICAL CONSULTANT			
 PT. SKEMANUSA CONSULTAMA TEKNIK MECHANICAL & ELECTRICAL CONSULTING ENGINEERS <small>Ruko Mega Kencana, Jl. No. 48 Jl. Jendral Sudirman, Jakarta Barat 11640 Phone : (021) 699 7010, 699 7015 Fax : (021) 699 7012 E-mail : skema@bn.net.id</small>			
QUANTITY SURVEYOR			
WT PARTNERSHIP PT Wolferstan Trower Indonesia Ordnance International Level 12 JI HR Rasuna Sidi KAW X-10 Jakarta 12950 Phone : (021) 582750 (Hotlines), Fax : (021) 582755, E-mail : wpt@wtpt.com.id			
DRAWING TITLE			
DENAH LT.BASEMENT 2A			
SCALE	DRAWN		DATE
1: 125	CHECKED		DATE
	APPROVED		DATE
ISSUED FOR :		DRAWING CODE	DRAWING NO
CONSTRUCTION		2013-21	S.04A.1
DATE	10-09-2014		



NOTES			
1. SEMUA DIMENSI DALAM MILIMETER KECUALI YANG TERCANTUM DALAM GAMBAR.			
2. BETON. MUTU BETON $f'c$ 35 Mpa MUTU KOLOM $f'c$ 40 Mpa			
3. BAJA TULANGAN. KOLOM : D $f'y$ = 400 kg/cm ² BALOK : D $f'y$ = 400 kg/cm ² SHEARWALL : D $f'y$ = 400 kg/cm ² PELAT : D $f'y$ = 500 kg/cm ² PILE CAP : D $f'y$ = 500 kg/cm ² RAFT : D $f'y$ = 500 kg/cm ² LAINYA : ULIR : D $f'y$ = 4000 kg/cm ² POLOS : ϕ $f'y$ = 2400 kg/cm ²			
4. KONSTRUKSI BAJA. BAJA PROFIL : ASTM – A36 BAUT STRUKTUR : A-325 & A-307 MUTU LAS : E – 70 XX			
NO	REVISION	DATE	SIGNED
PROJECT			
APARTEMEN KERTAJAYA SL 7A3/A/A			
OWNER/DEVELOPER			
PT. INVESTASI HASIL SEJAHTERA			
ARCHITECT CONSULTANT			
 P.T. AIRMAS ASRI ARCHITECTS • ENGINEERS • CONSULTANTS Blok Pelangi Blok B/11, Transvision Selatan Jl. Raya Kuningan Outer Ring Road Condamine, Jakarta Phone : (021) 6381833 Fax : (021) 6381833 E-mail : airmas@airmas.net.id, engineering@airmas.net.id			
STRUCTURE CONSULTANT			
 CIPTA SUKSES, PT. ENGINEERING CONSULTANT & CONTRACTOR Blok Pelangi Blok B/11, Transvision Selatan Jl. Raya Kuningan Outer Ring Road Condamine, Jakarta Phone : (021) 6381833 Fax : (021) 6381833 E-mail : airmas@airmas.net.id, engineering@airmas.net.id			
MECHANICAL/ELECTRICAL CONSULTANT			
 PT. SKEMANUSA CONSULTAMA TEKNIK MECHANICAL & ELECTRICAL CONSULTING ENGINEERS Ruko Mega Kencana, Blok B/11, Transvision Selatan Jl. Raya Kuningan Outer Ring Road Condamine, Jakarta Phone : (021) 6381833 Fax : (021) 6381833 E-mail : skema@skema.net.id			
QUANTITY SURVEYOR			
WT PARTNERSHIP PT Wolferstan Trower Indonesia Graha Surya Intermus Level 12 Jl HR Rasuna Sidi KAV X-10 Jakarta 12950 Phone : (021) 582759 (Hunting), Fax : (021) 582759, E-mail : wip@wtpartnership.net.id			
DRAWING TITLE			
DENAH LT.BASEMENT 3			
SCALE 1: 125	DRAWN		DATE
	CHECKED		DATE
	APPROVED		DATE
ISSUED FOR :		DRAWING CODE	DRAWING NO
CONSTRUCTION		2013-21	1S.03.1
DATE	10-09-2014		

DURASI PEKERJAAN

Proyek : Apartemen One East Residence

Tempat : Surabaya

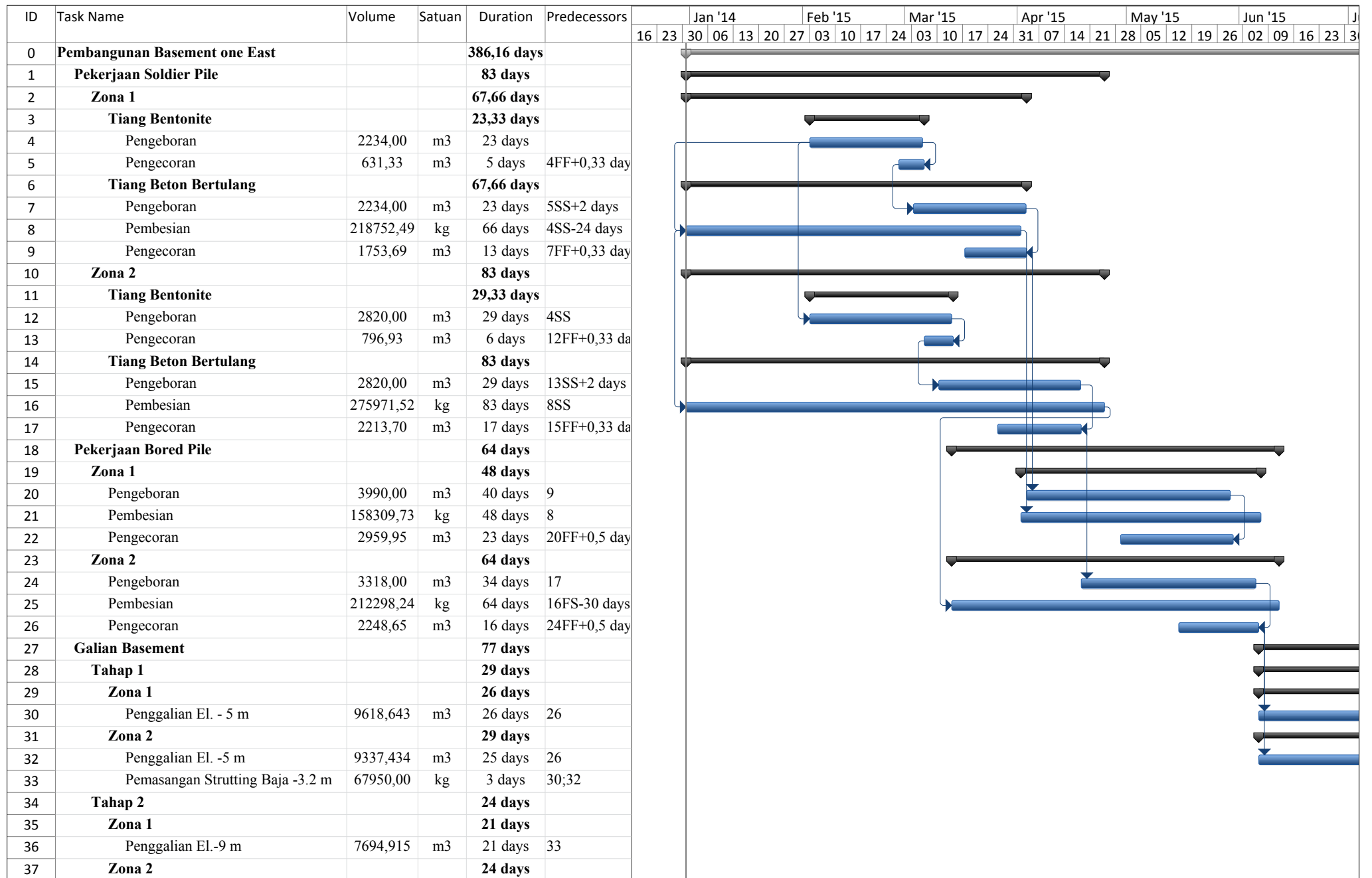
NO	URAIAN PEKERJAAN	Satuan Harian	Volume	Produktivitas				Koefisien Sumber Daya	Jumlah Sumber Daya	Jumlah Grup (bh)	Produktivitas/grup/hari	Durasi
				Alat	Satuan	Pekerja	Satuan					
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=1/(5) atau (9)=1/(7)	(10)	(11)	(12)=(5)*(10)*(11) atau (12)=(7)*(10)*(11)	(13)=(4)/(12)
1	PEKERJAAN SOLDIER PILE											
	ZONA 1											
	Tiang Bentonite											
	a. Pengeboran	m ³	2234,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	1	100	23
	b. Pengecoran	m ³	631,33	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	5
	Tiang Beton Bertulang											
	a. Pengeboran	m ³	2234,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	1	100	23
	b. Pembesian	kg	218752,49	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	3	3360	66
	c. Pengecoran	m ³	1753,69	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	13
	ZONA 2											
	Tiang Bentonite											
	a. Pengeboran	m ³	2820,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	1	100	29
	c. Pengecoran	m ³	796,93	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	6
	Tiang Beton Bertulang											
	a. Pengeboran	m ³	2820,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	1	100	29
	b. Pembesian	kg	275971,52	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	3	3360	83
	c. Pengecoran	m ³	2213,70	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	16
2	PEKERJAAN BORED PILE											
	ZONA 1											
	a. Pengeboran	m ³	3990,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	-	100	40
	b. Pembesian	kg	158309,73	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	3	3360	48
	c. Pengecoran	m ³	2959,95	139,44	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	139,44	22
	ZONA 2											
	a. Pengeboran	m ³	3318,00	100	m/hari	-	-	0,0100	1	-	100	34
	b. Pembesian	kg	212298,24	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	3	3360	64
	c. Pengecoran	m ³	2248,65	139,44	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	139,44	17
3	GALIAN BASEMENT											
	TAHAP I											
	ZONA 1											
	a. Penggalan el.-5 m	m ³	9618,64	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	26
	ZONA 2											
	a. Penggalan el.-5 m	m ³	9337,43	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	25
	b. Pemasangan strutting baja -3.2 m	kg	67950,00	-	-	900	kg/org/hari	0,0011	16	2	28800	3

	TAHAP II											
	ZONA 1											
	a. Penggalan el.-9 m	m ³	7694,91	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	21
	ZONA 2											
	a. Penggalan el.-9 m	m ³	7469,95	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	20
	b. Pemasangan strutting baja -8.2 m	kg	67950,00	-	-	900	kg/org/hari	0,0011	16	2	28800	3
	TAHAP III											
	ZONA 1											
	a. Penggalan el.-2.65 m	m ³	5097,88	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	14
	ZONA 2											
	a. Penggalan el.-4.5 m	m ³	9066,98	382,420	m ³ /hari	-	-	0,0026	1	-	382,42	24
	Pengangkutan tanah menggunakan PC-200	m ³	14164,86	790,40	m ³ /hari	-	-	0,0013	1	-	790,40	18
4	CAPPING BEAM											
	a. Bekisting	m ²	198,19	-	-	5	m ³ /org/hr	0,2000	4	6	120	2
	b. Pekerjaan Pembesian	kg	12378,39	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	6	6720	2
	c. Pengecoran	m ³	194,80	139,44	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	139	2
5	PEKERJAAN PILE CAP											
	a. Pembobokan tiang pancang	m ³	259,43	-	-	0,75	m ³ /org/hr	1,33333	2	8	12	22
	b. Pekerjaan Lantai Kerja K-125 t=100 mm	m ³	42,91	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	27	2
	c. Pekerjaan Pembesian	kg	49543,85	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	3	3360	15
	d. Pemasangan Bekisting	m ²	485,22	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	6	120	5
	e. Pengecoran (K-350)	m ³	591,05	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	4	1	139	5
6	PEKERJAAN RAFT FOUNDATION											
	a. Pekerjaan Lantai Kerja K-125	m ³	968,22	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	4	1	558	2
	b. Pekerjaan Pembesian	kg	148766,51	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	6	6720	23
	c. Pemasangan Bekisting	m ²	282,00	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	6	120	3
	d. Pengecoran	m ³	3230,73	418,32	m ³ /hari	-	-	0,1750	4	1	1673	2
	STRUKTUR BASEMENT											
7	PEKERJAAN LANTAI 3											
	Slab											
	a. Urugan Sirtu	m ³	56,98	-	-	4	m ³ /org/hr	0,2500	4	1	16	4
	b. Lantai Kerja K-125	m ³	78,17	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	3
	c. Pembesian Slab	kg	44157,37	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	10
	d. Bekisting Slab	m ²	29,97	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	2	40	1
	e. Cor Slab	m ³	284,89	139,44	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	139,44	3
	Kolom											
	a. Pembesian Kolom	kg	12121,37	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	6
	b. Bekisting Kolom	m ²	228,66	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	3
	c. Cor Kolom	m ³	54,76	26,56	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	26,56	3
	Dinding											
	a. Pembesian Dinding	kg	10866,25	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	5
	b. Bekisting Dinding	m ²	428,46	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	6
	c. Cor Dinding	m ³	170,72	26,56	m ³ /hari	-	-	0,1750	1	1	27	7
	PEKERJAAN RAMP 3 - 3A											
	a. Bekisting	m ²	84,25	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	2	40	3
	b. Pembesian	kg	1382,69	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	5	2	1400	1

[illegible]

	a. Bekisting	m ²	41,31	-	-	5	m ² /org/hr	0,2	4	4	80	1
	b. Pembesian	kg	988,04	-	-	140	kg/org/hr	0,007142857	8	2	2240	1
	c. Pengecoran	m ³	4,45	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	26,56	1
10	PEKERJAAN LANTAI 2A											
	Slab dan Balok											
	a. Bekisting Slab dan Balok	m ²	1132,96	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	15
	b. Pembesian Slab dan Balok	kg	114232,36	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	26
	c. Cor Slab	m ³	421,28	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	4
	Kolom											
	a. Pembesian Kolom	kg	21488,81	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	10
	b. Bekisting Kolom	m ²	360,53	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	5
	c. Cor kolom	m ³	272,02	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	11
	Dinding											
	a. Pembesian Dinding	kg	7823,98	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	4
	b. Bekisting Dinding	m ²	395,09	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	5
	c. Cor Dinding	m ³	118,41	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	5
	PEKERJAAN RAMP 2A-1											
	a. Bekisting	m ²	84,25	-	-	5	m ² /org/hr	0,200	4	4	80	2
b. Pembesian	kg	1382,69	-	-	140	kg/org/hr	0,007	8	2	2240	1	
c. Pengecoran	m ³	11,35	26,56	m ³ /hari	-	-	0,038	1	1	26,56	1	
PEKERJAAN TANGGA 2A-1A												
a. Bekisting	m ²	20,66	-	-	5	m ² /org/hr	0,200	4	2	80	1	
b. Pembesian	kg	494,02	-	-	140	kg/org/hr	0,007	5	2	2240	1	
c. Pengecoran	m ³	2,23	26,56	m ³ /hari	-	-	0,007	1	1	26,56	1	
11	PEKERJAAN LANTAI 1											
	Slab dan Balok											
	a. Bekisting Slab dan Balok	m ²	918,98	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	12
	b. Pembesian Slab dan Balok	kg	76913,06	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	18
	c. Cor Slab	m ³	861,55	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	7
	Kolom											
	a. Pembesian Kolom	kg	47479,87	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	22
	b. Bekisting Kolom	m ²	1284,07	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	17
	c. Cor kolom	m ³	229,60	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	9
	Dinding											
	a. Pembesian Dinding	kg	13068,83	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	6
	b. Bekisting Dinding	m ²	703,94	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	9
	c. Cor Dinding	m ³	140,73	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	6
	PEKERJAAN RAMP 1 - 1A											
	a. Bekisting	m ²	84,25	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	2
b. Pembesian	kg	1382,69	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	1	
c. Pengecoran	m ³	11,35	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	1	
PEKERJAAN TANGGA 1 - ground												
a. Bekisting	m ²	92,04	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	2	
b. Pembesian	kg	2726,25	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	1	
c. Pengecoran	m ³	15,44	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	1	
12	PEKERJAAN LANTAI 1A											
	Slab dan Balok											

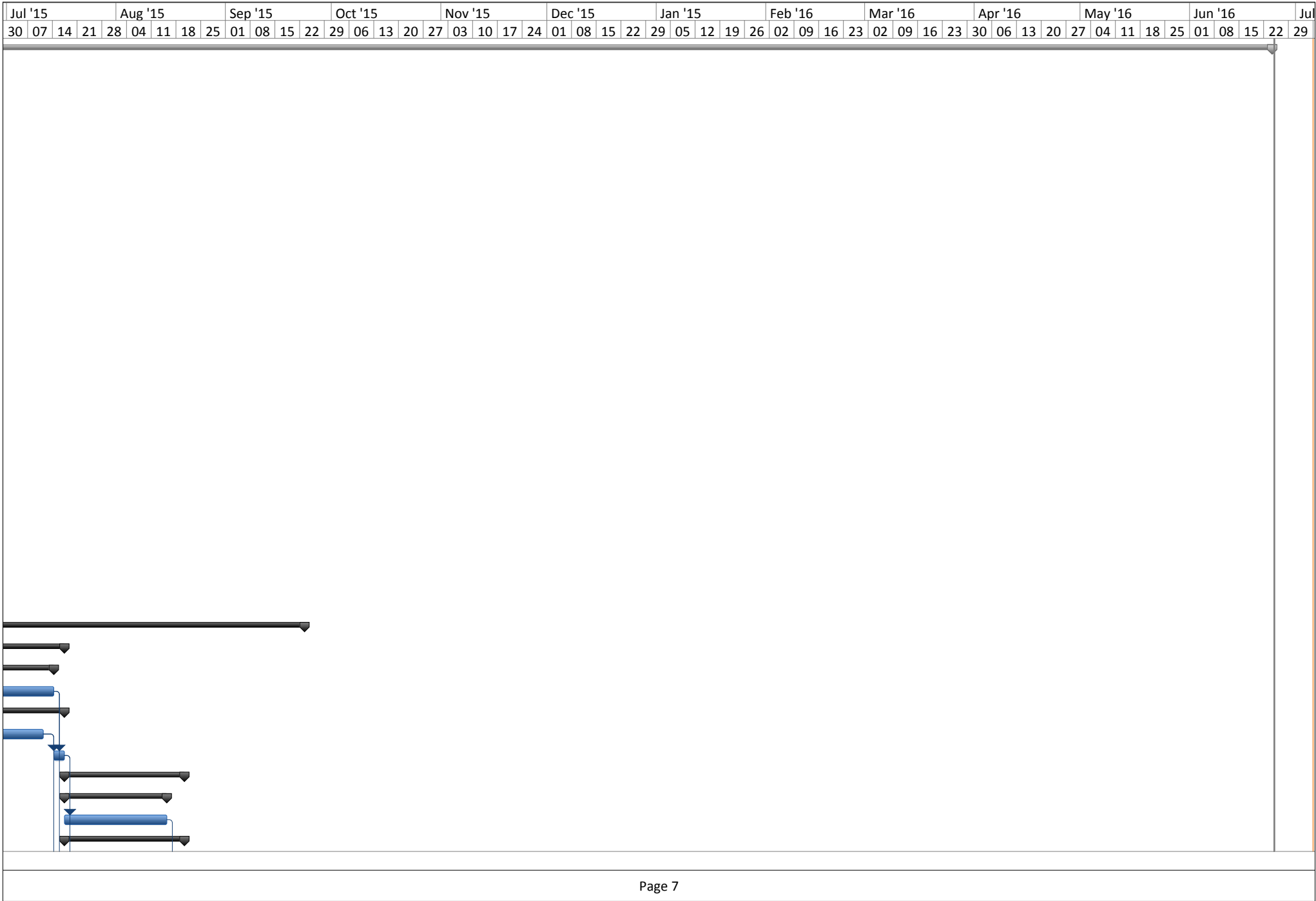
a.	Bekisting Slab	m ²	1227,66	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	16
b.	Pembesian Slab	kg	122513,54	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	28
c.	Cor Slab	m ³	490,67	139,44	m ³ /hari	-	-	0,0072	1	1	139,44	4
Kolom												
a.	Pembesian Kolom	kg	3387,11	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	2
b.	Bekisting Kolom	m ²	118,41	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	2
c.	Cor kolom	m ³	17,39	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	1
Dinding												
a.	Pembesian Dinding	kg	9559,11	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	5
b.	Bekisting Dinding	m ²	490,45	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	7
c.	Cor Dinding	m ³	98,05	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	4
PEKERJAAN RAMP 1A - ground												
a.	Bekisting	m ²	505,47	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	7
b.	Pembesian	kg	8296,15	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	2	2240	4
c.	Pengecoran	m ³	68,09	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	3
PEKERJAAN TANGGA 1A - ground												
a.	Bekisting	m ²	21,22	-	-	5	m ² /org/hr	0,2000	4	4	80	1
b.	Pembesian	kg	529,17	-	-	140	kg/org/hr	0,0071	8	4	4480	1
c.	Pengecoran	m ³	2,39	26,56	m ³ /hari	-	-	0,0377	1	1	26,56	1

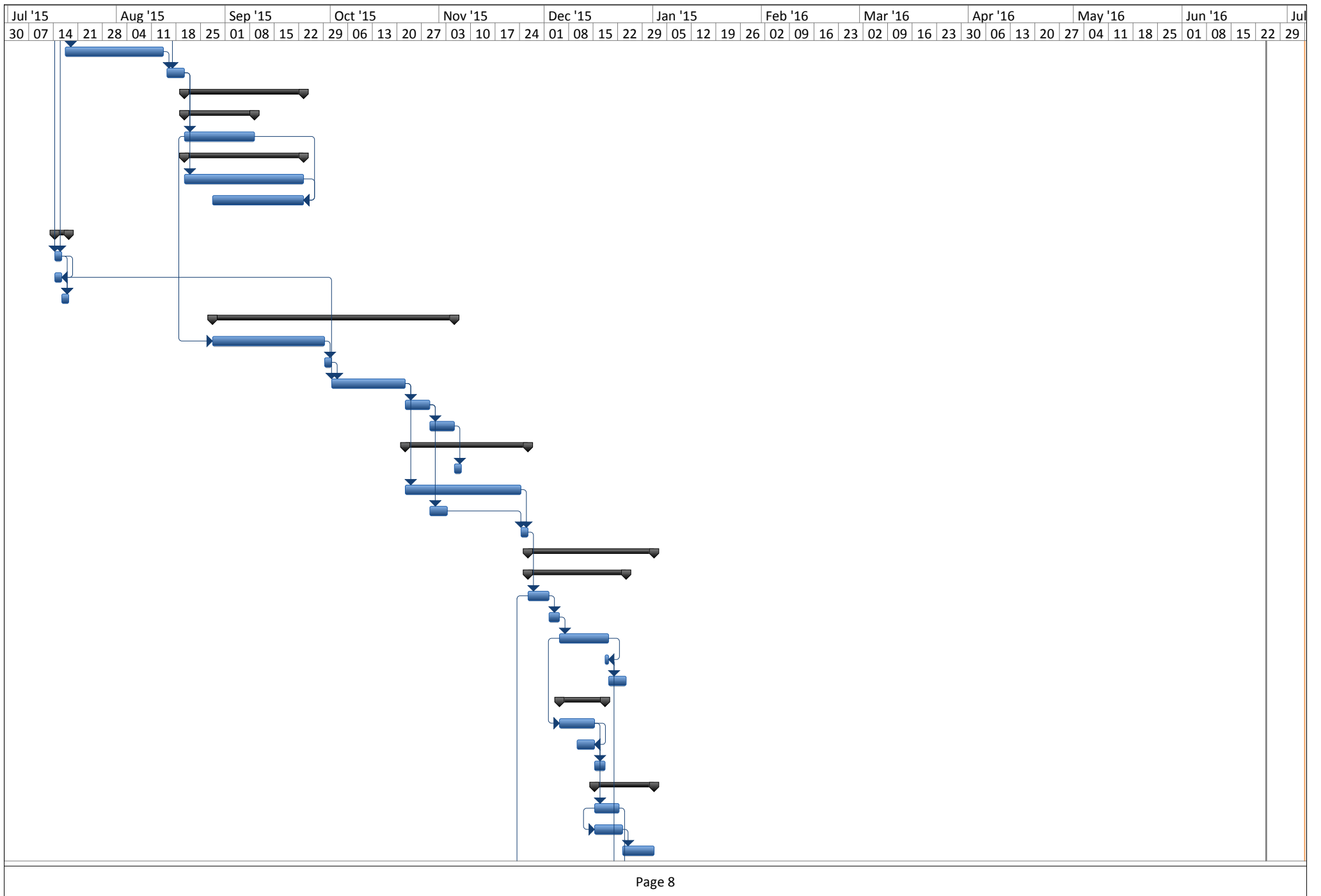


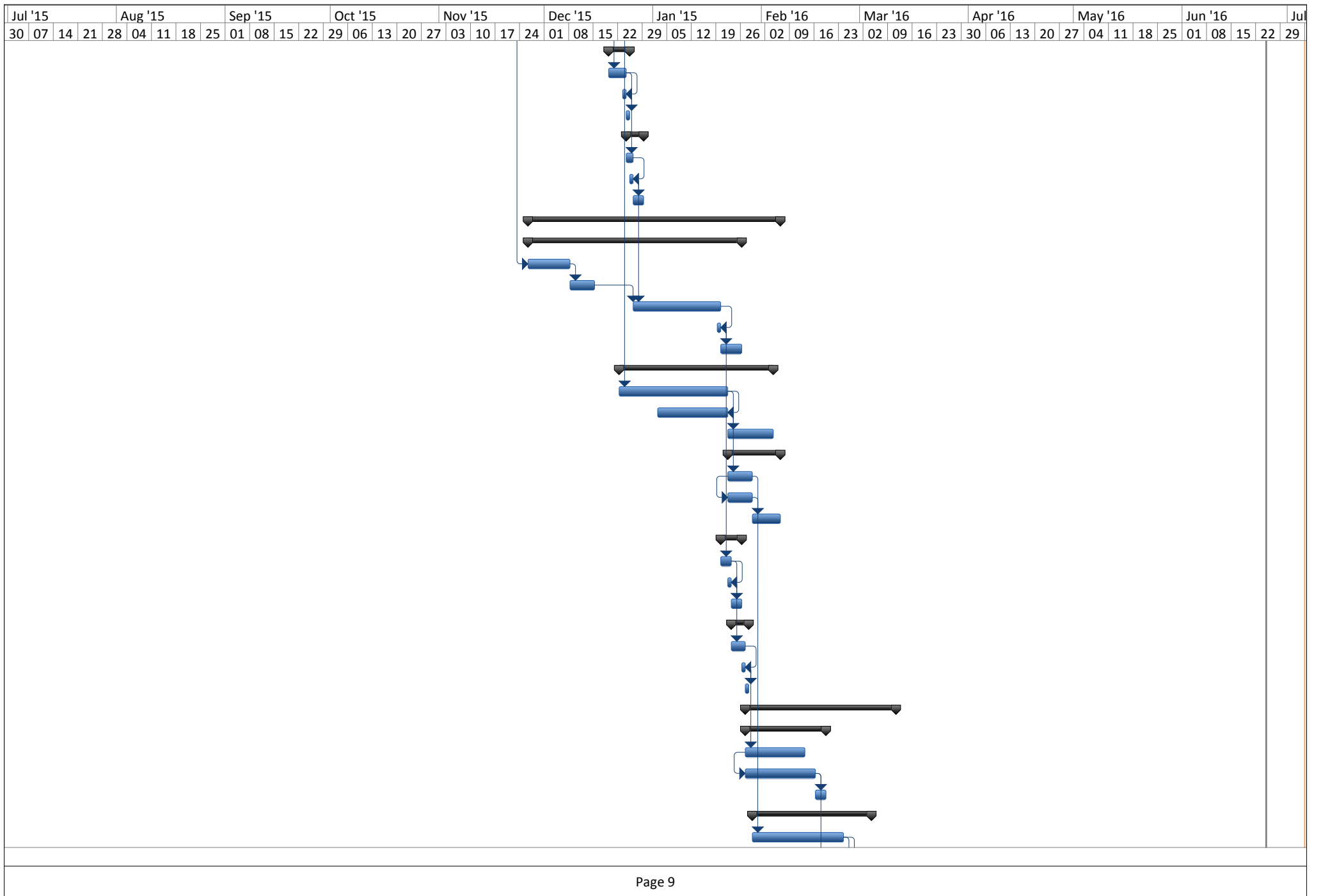
ID	Task Name	Volume	Satuan	Duration	Predecessors					Jan '14				Feb '15				Mar '15				Apr '15				May '15				Jun '15				J																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
						16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	03	10	17	24	31	07	14	21	28	05	12	19	26	02	09	16	23	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
38	Penggalian El. -9 m	7469,947	m3	20 days	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

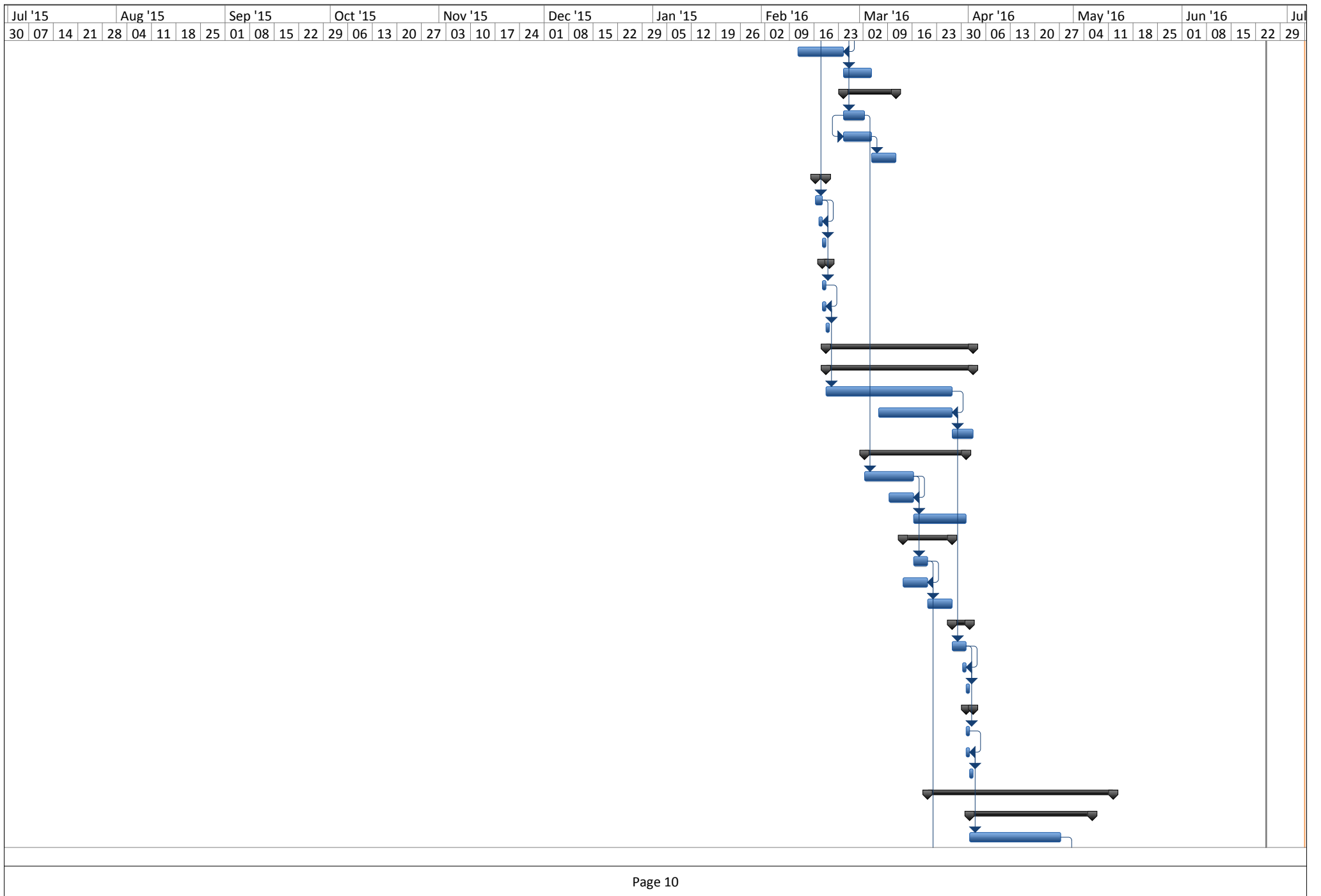
ID	Task Name	Volume	Satuan	Duration	Predecessors																																J
						16	23	30	06	13	20	27	03	10	17	24	03	10	17	24	31	07	14	21	28	05	12	19	26	02	09	16	23	30			
190	Pengecoran	2,39	m3	1 day	189																																

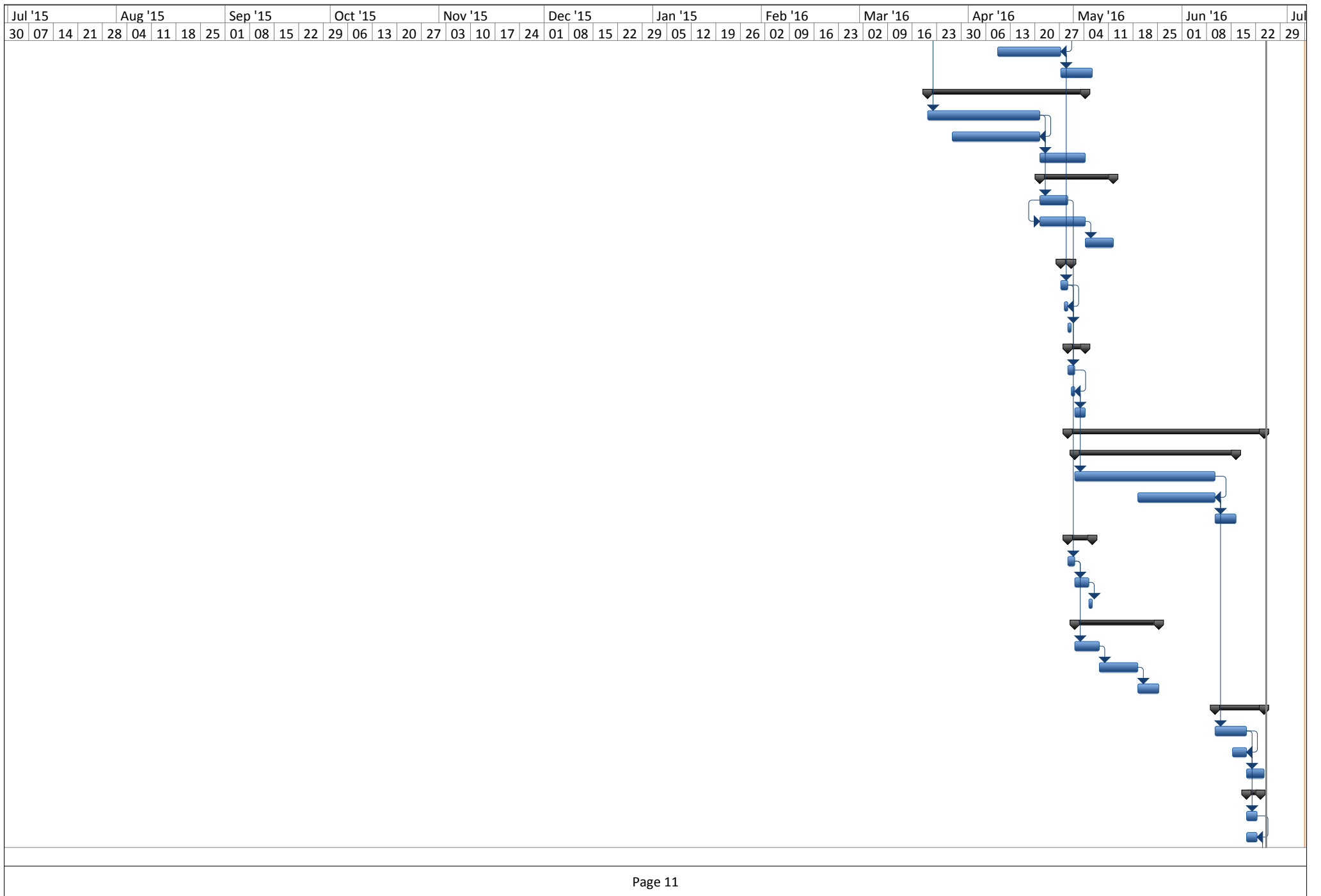
Page 6











Jul '15				Aug '15				Sep '15				Oct '15				Nov '15				Dec '15				Jan '15				Feb '16				Mar '16				Apr '16				May '16				Jun '16				Jul				
30	07	14	21	28	04	11	18	25	01	08	15	22	29	06	13	20	27	03	10	17	24	01	08	15	22	29	05	12	19	26	02	09	16	23	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18	25	01	08	15	22	29



REKAPITULASI VOLUME PEKERJAAN BASEMENT

Poyek : Pembangunan Apartement One East Residence

Tempat : Surabaya

No	Uraian Pekerjaan	Volume				
		Galian/Urugan	Pengeboran	Tulangan	Beton	Bekisting
		m ³	m ³	kg	m ²	m ³
1	Soldier Pile					
	Zona 1					
	Tiang Bentonite	-	2234	-	631,33	-
	Tiang Beton Bertulang	-	2234	218752,49	1753,69	-
	Zona 2					
	Tiang Bentonite	-	2820	-	796,93	-
2	Bored Pile					
	Zona 1	-	3990	158309,73	2959,95	-
	Zona 2	-	3318	212298,24	2248,65	-
	Galian					
	Zona 1	17239,57	-	-	-	-
	Zona 2	19903,36	-	-	-	-
3	Capping Beam					
	Strutting Baja	-	-	13500	-	-
		-	-	12378,39	194,80	198,19
	Pile Cap					
	Lantai kerja K-125	-	-	49543,85	591,05	485,22
		-	-	-	42,91	-
4	Raft Pondasi					
	Lantai kerja K-125	-	-	148766,51	3230,73	282,00
		-	-	-	968,22	-
	Pekerjaan L3					
	a. Urugaan Sirtu	56,98	-	-	-	-
	b. Lantai Kerja K-125	-	-	-	78,17	-

	c. Slab	-	-	44157,37	284,89	29,97
	d. Kolom dan Shearwall	-	-	12121,37	54,76	228,66
	e. Dinding Basement	-	-	10866,25	170,72	428,46
	f. Ramp 3 - 3A	-	-	1382,69	11,35	84,25
	g. Tangga 3 - 2	-	-	494,02	4,45	41,31
8	Pekerjaan L3A					
	a. Urugaan Sirtu	118,89	-	-	-	-
	b. Lantai Kerja K-125	-	-	-	117,76	-
	c. Slab	-	-	73702,24	446,68	16,93
	d. Kolom dan Shearwall	-	-	49597,97	222,67	1107,50
	e. Dinding Basement	-	-	10056,74	157,89	395,83
	f. Ramp 3 - 3A	-	-	1382,69	11,35	84,25
	g. Tangga 3 - 2	-	-	494,02	2,23	20,66
9	Pekerjaan L2					
	a. Slab dan Balok	-	-	62470,63	335,11	1014,44
	b. Kolom dan Shearwall	-	-	39821,10	138,14	649,14
	c. Dinding basement	-	-	8453,08	128,04	427,72
	d. Pekerjaan Ramp 2 - 2A	-	-	1382,69	11,35	84,25
	e. Tangga 2-1	-	-	988,04	4,45	41,31
10	Pekerjaan L2A					
	a. Slab dan Balok	-	-	114232,36	421,28	1132,96
	b. Kolom dan Shearwall	-	-	21488,81	272,02	360,53
	c. Dinding basement	-	-	7823,98	118,41	395,09
	d. Pekerjaan Ramp 2A - 1	-	-	1382,69	11,35	84,25
	e. Tangga 2A-1A	-	-	494,02	2,23	20,66
11	Pekerjaan L1					
	a. Slab dan Balok	-	-	76913,06	861,55	918,98
	b. Kolom dan Shearwall	-	-	47479,87	229,60	1284,07
	c. Dinding basement	-	-	13068,83	140,73	703,94
	d. Pekerjaan Ramp 1 - 1A	-	-	1382,69	11,35	84,25

	e. Tangga 1-ground	-	-	2726,25	15,44	92,04
12	Pekerjaan L1A					
	a. Slab dan Balok	-	-	122513,54	490,67	1227,66
	b. Kolom dan Shearwall	-	-	3387,11	17,39	118,41
	c. Dinding basement	-	-	9559,11	98,05	490,45
	d. Pekerjaan Ramp 1A - ground	-	-	8296,15	68,09	505,47
	e. Tangga 1A - ground	-	-	529,17	2,39	21,22

HARGA SATUAN PEKERJAAN

Proyek Pembangunan Apartemen One East Residence
Jl. Kertajaya indah, Surabaya

NO	JENIS PEKERJAAN/KEAHLIAN	UPAH PER HARI	
1	Mandor	Rp	119.500,00
2	Kepala Tukang	Rp	104.400,00
3	Tukang	Rp	99.400,00
4	Pembantu Tukang	Rp	99.400,00
5	Supir	Rp	94.400,00
6	Pembantu Supir	Rp	89.400,00
7	Operator	Rp	125.000,00

NO	JENIS PERALATAN	SEWA / JAM	
1	Bor Pile Machine	Rp	380.000,00
2	Bucket cor (@ 2 unit) per bulan	Rp	2.000.000,00
3	Bar Bender (@ 3unit) per bulan	Rp	4.000.000,00
4	Bar Cutter (@ 3 unit) per bulan	Rp	4.000.000,00
5	Concrete Pump	Rp	61.750,00
6	Concrete Vibrator (@ 2 unit)	Rp	65.000.000,00
7	Crane 35 ton	Rp	130.625,00
8	Dump Truck 6 - 10 m3	Rp	61.750,00
9	Excavator Pc-60	Rp	115.000,00
10	Excavator Pc-200	Rp	160.000,00
11	Service Crane 35 ton	Rp	290.000,00
12	Tower Crane/bulan	Rp	65.000.000,00

NO	NAMA BARANG	SATUAN	HARGA	
1	Batako 20x40x8	bh	Rp	6.500,00
2	Baut Baja	kg	Rp	16.500,00
3	Besi beton (polos) dia.6	kg	Rp	9.100,00
4	Besi profil IWF (Baja Konstruksi)	kg	Rp	18.700,00
5	Bentonite	m3	Rp	87.000,00
6	Beton K-125	m3	Rp	705.000,00
7	Beton K-150	m3	Rp	735.000,00
8	Beton K-175	m3	Rp	760.000,00
9	Beton K-200	m3	Rp	780.000,00
10	Beton K-225	m3	Rp	800.000,00
11	Beton K-250	m3	Rp	815.000,00

12	Beton K-275	m3	Rp	835.000,00
13	Beton K-300	m3	Rp	855.000,00
14	Beton K-325	m3	Rp	885.000,00
15	Beton K-350	m3	Rp	900.000,00
16	Beton K-375	m3	Rp	925.000,00
17	Beton K-400	m3	Rp	945.000,00
18	Beton K-500	m3	Rp	1.040.000,00
19	Besi Siku L.30.30.3	m	Rp	8.800,00
20	Electrode Las	kg	Rp	33.000,00
21	Kawat beton	kg	Rp	23.000,00
22	Kawat ikat	kg	Rp	16.500,00
23	Kayu kamper balok 3/5	m3	Rp	5.635.000,00
24	Kayu meranti (papan 3/30)	m3	Rp	2.495.500,00
25	Kayu meranti (usuk 4/6)	m3	Rp	4.000.000,00
26	kayu meranti bekisting	m3	Rp	3.622.500,00
27	Kayu Meranti Kaso 5/7	m3	Rp	4.000.000,00
28	Minyak Bekisting	ltr	Rp	6.600,00
29	Paku Biasa 2" -5"	kg	Rp	24.200,00
31	Paku 1/2" - 1"	kg	Rp	24.000,00
32	Paku 2" - 5"	kg	Rp	21.000,00
33	Paku 3" - 6"	kg	Rp	21.000,00
34	Pasir Urug	m3	Rp	110.000,00
35	Semen Portland (50 kg)	zak	Rp	58.900,00
36	Solar	ltr	Rp	5.500,00
37	Pelumas/oli	ltr	Rp	55.000,00
38	Minyak tanah/kerosin	ltr	Rp	8.800,00
39	Bensin premium	ltr	Rp	6.500,00

ANALISA HARGA SATUAN

Proyek Pembangunan Apartemen One East Residence
Jl. Kertajaya Indah Surabaya

1 m3 Galian Tanah

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
1.	Supir	org/hari	0,0130	Rp 99.400,00	Rp 1.290,33
2.	Operator Excavator	org/hari	0,0026	Rp 125.000,00	Rp 326,83
3.	Mandor	org/hari	0,0005	Rp 119.500,00	Rp 62,49
Jumlah Harga Pekerja					Rp 1.679,65
B.	Material				
1.	Solar	ltr	0,685	Rp 5.500,00	Rp 3.764,88
2.	Oli	ltr	0,400	Rp 55.000,00	Rp 22.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 25.764,88
C.	Alat				
1.	Excavator PC-60	jam	0,021	Rp 115.000,00	Rp 2.405,46
2.	Dumptruck	jam	0,104	Rp 61.750,00	Rp 6.412,71
Jumlah Harga Alat					Rp 8.818,16
Total					Rp 36.262,69

1 m3 Galian Tanah

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
1.	Supir	org/hari	0,0130	Rp 99.400,00	Rp 1.290,33
2.	Operator	org/hari	0,0002	Rp 125.000,00	Rp 19,77
3.	Mandor	org/hari	0,00003	Rp 119.500,00	Rp 3,78
Jumlah Harga Tukang					Rp 1.313,88
B.	Material				
1.	Solar	ltr	0,685	Rp 5.500,00	Rp 3.764,88
2.	Oli	ltr	0,400	Rp 55.000,00	Rp 22.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 25.764,88
C.	Alat				
1.	Excavator PC-200	jam	0,001	Rp 160.000,00	Rp 202,42
2.	Dumptruck	jam	0,104	Rp 61.750,00	Rp 6.412,71
Jumlah Harga Alat					Rp 6.615,13
Total					Rp 33.693,89

1 m Pengeboran

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
1.	Mandor	org/hari	0,0003	Rp 119.500,00	Rp 29,88
2.	Operator	org/hari	0,0013	Rp 125.000,00	Rp 156,25
3.	Tukang	org/hari	0,0125	Rp 99.400,00	Rp 1.242,50
Jumlah Harga Pekerja					Rp 1.428,63
B.	Material				
1.	Solar	Liter	0,685	Rp 5.500,00	Rp 3.764,88
2.	Oli	Liter	0,400	Rp 55.000,00	Rp 22.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 25.764,88
C.	Alat				
1.	Bored Pile Machine	jam	0,010	Rp 380.000,00	Rp 3.800,00
Jumlah Harga Alat					Rp 30.993,51

1 kg Tulangan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Mandor	org/hari	0,0001	Rp 119.500,00	Rp 14,23
2.	Kepala Tukang Besi	org/hari	0,0007	Rp 104.400,00	Rp 74,57
3.	Tukang Besi	org/hari	0,0071	Rp 99.400,00	Rp 710,00
4.	Pembantu Tukang	org/hari	0,0286	Rp 99.400,00	Rp 2.840,00
Jumlah Harga Pekerja					Rp 3.638,80
B. Material					
1.	Besi Beton	kg	1,050	Rp 10.000,00	Rp 10.500,00
2.	Kawat Beton	kg	0,015	Rp 23.000,00	Rp 345,00
Jumlah Harga Material					Rp 10.845,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					Rp -
Total					Rp 14.483,80

1 m3 Bentonite

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,3333	Rp 99.400,00	Rp 33.133,33
2.	Mandor	org/hari	0,0333	Rp 119.500,00	Rp 3.983,33
Jumlah Harga Pekerja					Rp 37.116,67
B. Material					
1.	Bentonite	m3	1,050	Rp 87.000,00	Rp 91.350,00
Jumlah Harga Material					Rp 91.350,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					Rp -
Total					Rp 128.466,67

1 m2 Bekisting Kolom

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	0,5000	Rp 99.400,00	Rp 49.700,00
2.	Tukang Kayu	org/hari	0,1000	Rp 99.400,00	Rp 9.940,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0250	Rp 104.400,00	Rp 2.610,00
4.	Mandor	org/hari	0,0025	Rp 119.500,00	Rp 298,75
Jumlah Harga Pekerja					Rp 62.548,75
B. Material					
1.	Kayu Bekisting	m3	0,010	Rp 3.622.500,00	Rp 36.225,00
2.	Kayu Balok 3/5	m3	0,005	Rp 5.635.000,00	Rp 25.357,50
1.	Paku 5 - 12 cm	kg	0,400	Rp 21.000,00	Rp 8.400,00
2.	Minyak Bekisting	Liter	0,200	Rp 6.600,00	Rp 1.320,00
Jumlah Harga Material					Rp 71.302,50
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					
Total					Rp 133.851,25

1 m2 Bekisting Balok dan Pelat Lantai

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	0,5000	Rp 99.400,00	Rp 49.700,00
2.	Tukang Kayu	org/hari	0,1000	Rp 99.400,00	Rp 9.940,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0250	Rp 104.400,00	Rp 2.610,00
4.	Mandor	org/hari	0,0025	Rp 119.500,00	Rp 298,75
Jumlah Harga Pekerja					Rp 62.548,75
B. Material					
1.	Kayu Bekisting	m3	0,010	Rp 3.622.500,00	Rp 36.225,00
2.	Kayu Balok 3/5	m3	0,005	Rp 5.635.000,00	Rp 28.175,00
3.	Paku 5 - 12 cm	kg	0,400	Rp 21.000,00	Rp 8.400,00
4.	Minyak Bekisting	Liter	0,200	Rp 6.600,00	Rp 1.320,00
Jumlah Harga Material					Rp 74.120,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					
Total					Rp 136.668,75

1 m2 Bekisting Dinding

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	0,5000	Rp 99.400,00	Rp 49.700,00
2.	Tukang Kayu	org/hari	0,1000	Rp 99.400,00	Rp 9.940,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0250	Rp 104.400,00	Rp 2.610,00
4.	Mandor	org/hari	0,0025	Rp 119.500,00	Rp 298,75
Jumlah Harga Pekerja					Rp 62.548,75
B. Material					
1.	Kayu Bekisting	m3	0,010	Rp 3.622.500,00	Rp 36.225,00
2.	Kayu Balok 3/5	m3	0,005	Rp 5.635.000,00	Rp 25.357,50
3.	Paku 5 - 12 cm	kg	0,400	Rp 21.000,00	Rp 8.400,00
4.	Minyak Bekisting	Liter	0,200	Rp 6.600,00	Rp 1.320,00
Jumlah Harga Material					Rp 71.302,50
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					
Total					Rp 133.851,25

1 m2 Bekisting Tangga dan Ramp

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	0,5000	Rp 99.400,00	Rp 49.700,00
2.	Tukang Kayu	org/hari	0,1000	Rp 99.400,00	Rp 9.940,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0250	Rp 104.400,00	Rp 2.610,00
4.	Mandor	org/hari	0,0025	Rp 119.500,00	Rp 298,75
Jumlah Harga Pekerja					Rp 62.548,75
B. Material					
1.	Kayu Bekisting	m3	0,010	Rp 3.622.500,00	Rp 36.225,00
4.	Kayu Balok 3/5	m3	0,005	Rp 5.635.000,00	Rp 25.357,50
2.	Paku 5 - 12 cm	kg	0,400	Rp 21.000,00	Rp 8.400,00
3.	Minyak Bekisting	Liter	0,200	Rp 6.600,00	Rp 1.320,00
Jumlah Harga Material					Rp 71.302,50
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					-
Total					Rp 133.851,25

1 m2 Bekisting Pasangan Dinding Bata Ringan

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	0,4000	Rp 99.400,00	Rp 39.760,00
2.	Tukang Kayu	org/hari	0,1000	Rp 99.400,00	Rp 9.940,00
3.	Kepala Tukang	org/hari	0,0100	Rp 104.400,00	Rp 1.044,00
4.	Mandor	org/hari	0,0010	Rp 119.500,00	Rp 119,50
Jumlah Harga Pekerja					Rp 50.863,50
B. Material					
1.	Batako 20 x 40 x 8	bh	15,000	Rp 6.500,00	Rp 97.500,00
2.	Semen Portland	zak	0,080	Rp 58.900,00	Rp 4.712,00
Jumlah Harga Material					Rp 102.212,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					-
Total					Rp 153.075,50

1 m3 Bobok Tiang Bored Pile

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Pembantu Tukang	org/hari	1,5000	Rp 99.400,00	Rp 149.100,00
2.	Tukang batu	org/hari	0,7500	Rp 99.400,00	Rp 74.550,00
3.	Kepala tukang batu	org/hari	0,1250	Rp 104.400,00	Rp 13.050,00
4.	Mandor	org/hari	0,0104	Rp 119.500,00	Rp 1.244,79
Total					Rp 237.944,79

1 m3 Beton Mutu, K-125

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,250	Rp 99.400,00	Rp 24.850,00
2.	Mandor	org/hari	0,025	Rp 119.500,00	Rp 2.987,50
Jumlah Harga Pekerja					Rp 27.837,50
B. Material					
1.	Beton ready mix K-125	m3	1,05	Rp 705.000,00	Rp 740.250,00
Jumlah Harga Material					Rp 768.087,50
C. Alat					
1.	Concrete Pump	jam	0,057	Rp 61.750,00	Rp 3.542,74
Jumlah Harga Alat					Rp 3.542,74
Total					Rp 799.467,74

1 m3 Beton Mutu, f'c = 30 Mpa (K300)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,333	Rp 99.400,00	Rp 33.133,33
2.	Mandor	org/hari	0,033	Rp 119.500,00	Rp 3.983,33
Jumlah Harga Pekerja					Rp 37.116,67
B. Material					
1.	Beton ready mix K-300	m3	1,05	Rp 855.000,00	Rp 897.750,00
Jumlah Harga Material					Rp 934.866,67
C. Alat					
1.	Concrete pump	jam	0,057	Rp 61.750,00	Rp 3.542,74
Jumlah Harga Alat					Rp 3.542,74
Total					Rp 975.526,08

1 m3 beton mutu, f'c = 35 Mpa (K350)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,333	Rp 99.400,00	Rp 33.133,33
2.	Mandor	org/hari	0,033	Rp 119.500,00	Rp 3.983,33
Jumlah Harga Pekerja					Rp 37.116,67
B. Material					
1.	Beton ready mix K-350	m3	1,05	Rp 900.000,00	Rp 945.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 982.116,67
C. Alat					
1.	Concrete Pump	jam	0,057	Rp 61.750,00	Rp 3.542,74
Jumlah Harga Alat					Rp 3.542,74
Total					Rp 1.022.776,08

1 m3 Beton mutu, f'c = 40 Mpa (K400)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,333	Rp 99.400,00	Rp 33.133,33
2.	Mandor	org/hari	0,033	Rp 119.500,00	Rp 3.983,33
Jumlah Harga Pekerja					Rp 37.116,67
B. Material					
1.	Beton ready mix K-400	m3	1,05	Rp 945.000,00	Rp 992.250,00
Jumlah Harga Material					Rp 1.029.366,67
C. Alat					
1.	Concrete Pump	jam	0,057	Rp 61.750,00	Rp 3.542,74
Jumlah Harga Alat					Rp 3.542,74
Total					Rp 1.070.026,08

1 m3 beton mutu, f'c = 45 Mpa (K450)

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,333	Rp 99.400,00	Rp 33.133,33
2.	Mandor	org/hari	0,033	Rp 119.500,00	Rp 3.983,33
Jumlah Harga Pekerja					Rp 37.116,67
B. Material					
1.	Beton ready mix K-450	m3	1,05	Rp 1.040.000,00	Rp 1.092.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 1.129.116,67
C. Alat					
1.	Concrete pump	jam	0,057	Rp 61.750,00	Rp 3.542,74
Jumlah Harga Alat					Rp 3.542,74
Total					Rp 1.169.776,08

1 m3 Urugan Pasir

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,300	Rp 99.400,00	Rp 29.820,00
2.	Mandor	org/hari	0,010	Rp 119.500,00	Rp 1.195,00
Jumlah Harga Pekerja					Rp 31.015,00
B. Material					
1.	Pasir urug	m3	1,200	Rp 110.000,00	Rp 132.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 132.000,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					
Total					Rp 163.015,00

1 kg Tukangan Baja Profil

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Tukang	org/hari	0,0022	Rp 99.400,00	Rp 220,89
2.	Tukang Besi	org/hari	0,0011	Rp 99.400,00	Rp 110,44
3	Kepala Tukang Besi	org/hari	0,0001	Rp 104.400,00	Rp 11,60
4	Mandor	org/hari	0,0006	Rp 119.500,00	Rp 66,39
Jumlah Harga Pekerja					Rp 409,32
B. Material					
1	Baja Profil	kg	1,02	Rp 18.700,00	Rp 19.074,00
Jumlah Harga Material					Rp 19.074,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					-
Total					Rp 19.483,32

Pekerjaan Dewatering

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Mob demob Alat + crew	Ls	1	Rp 5.000.000,00	Rp 5.000.000,00
Jumlah Harga Pekerja					Rp 5.000.000,00
B. Material					
1.	Pembuatan sumur dewatering dia.8" kedalaman 16 m	Titik	10	Rp 6.500.000,00	Rp 65.000.000,00
2.	Pengadaan kabel dan instalasi listrik	Roll	18	Rp 1.500.000,00	Rp 27.000.000,00
3.	Pengadaan panel automatic + panel induk	Unit	11	Rp 1.500.000,00	Rp 16.500.000,00
4.	Pengadaan selang pembuangan	Roll	18	Rp 1.500.000,00	Rp 27.000.000,00
5.	Penutupan sumur dewatering	Titik	10	Rp 1.500.000,00	Rp 15.000.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 150.500.000,00
C. Alat					
Jumlah Harga Alat					-
Total					Rp 155.500.000,00

Biaya Bulanan Dewatering

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A. Tenaga Kerja					
1.	Biaya pengawasan dan p	org	9	Rp 2.750.000,00	Rp 24.750.000,00
Jumlah Harga Pekerja					Rp 24.750.000,00
B. Material					
1.	Pemakaina pompa subme	titil	10	Rp 3.000.000,00	Rp 30.000.000,00
Jumlah Harga Material					Rp 30.000.000,00
Total					Rp 54.750.000,00

1 Ls Tower Crane

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
1.	Operator	org	4	Rp 125.000,00	Rp 500.000,00
				Jumlah Harga Pekerja	Rp 500.000,00
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
2.	Erection dan dismantling	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
3.	Pondasi	Ls	1	Rp 90.000.000,00	Rp 90.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 120.000.000,00
C.	Alat				
1.	Tower Crane	Bln	13,000	Rp 65.000.000,00	Rp 845.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 845.000.000,00
				Total	Rp 965.500.000,00

1 Ls Service Crane

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 120.000.000,00
C.	Alat				
1.	Service Crane 35 ton	bln	5,000	Rp 290.000,00	Rp 1.450.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 1.450.000,00
				Total	Rp 121.450.000,00

1 Ls Bar Bender

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	6	Rp 500.000,00	Rp 3.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 3.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bar Bender (@ 3 unit)	bln	13,000	Rp 4.000.000,00	Rp 52.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 52.000.000,00
				Total	Rp 55.000.000,00

1 Ls Bar Cuter

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	6	Rp 500.000,00	Rp 3.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 3.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bar Cuter (@ 3 unit)	bln	13,000	Rp 4.000.000,00	Rp 52.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 52.000.000,00
				Total	Rp 55.000.000,00

1 Ls Bucket

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	4	Rp 500.000,00	Rp 2.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 2.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bucket (@ 2 unit)	bln	8,000	Rp 2.000.000,00	Rp 16.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 16.000.000,00
				Total	Rp 18.000.000,00

1 Ls Vibrator

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	4	Rp 500.000,00	Rp 2.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 2.000.000,00
C.	Alat				
1.	Vibrator (@ 2 unit)	bln	10,000	Rp 65.000.000,00	Rp 650.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 650.000.000,00
				Total	Rp 652.000.000,00

1 Ls Tower Crane

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
1.	Operator	org	4	Rp 5.500,00	Rp 22.000,00
				Jumlah Harga Pekerja	Rp 22.000,00
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
2.	Erection dan dismantling	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
3.	Pondasi	Ls	1	Rp 90.000.000,00	Rp 90.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 120.000.000,00
C.	Alat				
1.	Tower Crane	Bln	17,000	Rp 65.000.000,00	Rp 1.105.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 1.105.000.000,00
				Total	Rp 1.225.022.000,00

1 Ls Service Crane

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	2	Rp 60.000.000,00	Rp 120.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 120.000.000,00
C.	Alat				
1.	Service Crane 35 ton	bln	9,000	Rp 290.000,00	Rp 2.610.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 2.610.000,00
				Total	Rp 122.610.000,00

1 Ls Bar Bender

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	6	Rp 500.000,00	Rp 3.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 3.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bar Bender (@ 3 unit)	bln	17,000	Rp 4.000.000,00	Rp 68.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 68.000.000,00
				Total	Rp 71.000.000,00

1 Ls Bar Cutter

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	6	Rp 500.000,00	Rp 3.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 3.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bar Cutter (@ 3 unit)	bln	17,000	Rp 4.000.000,00	Rp 68.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 68.000.000,00
				Total	Rp 71.000.000,00

1 Ls Bucket

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	4	Rp 500.000,00	Rp 2.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 2.000.000,00
C.	Alat				
1.	Bucket (@ 2 unit)	bln	10,000	Rp 2.000.000,00	Rp 20.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 20.000.000,00
				Total	Rp 22.000.000,00

1 Ls Vibrator

No	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan	Jumlah harga
A.	Tenaga Kerja				
				Jumlah Harga Pekerja	
B.	Material				
1.	Mob. Demobilisasi	Ls	4	Rp 500.000,00	Rp 2.000.000,00
				Jumlah Harga Material	Rp 2.000.000,00
C.	Alat				
1.	Vibrator (@ 2 unit)	bln	10,000	Rp 65.000.000,00	Rp 650.000.000,00
				Jumlah Harga Alat	Rp 650.000.000,00
				Total	Rp 652.000.000,00

RENCANA ANGGARAN BIAYA

PROYEK : PEMBANGUNAN APARTEMEN ONE EAST RESIDENCE

LOKASI : SURABAYA

Skenario 1

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH HARGA Rp.
1	<i>Soldier Pile</i>				
	a. Pengeboran	m3	10108,000	Rp 30.993,51	Rp 313.282.358,167
	c. Pembesian	kg	494724,005	Rp 14.483,80	Rp 7.165.482.370,518
	d. Beton f'c 35 Mpa	m3	3967,390	Rp 1.022.776,08	Rp 4.057.751.575,096
	e. Bentonite	m3	1428,260	Rp 128.466,67	Rp 183.483.852,720
2	<i>Pondasi Bored Pile</i>				
	a. Pengeboran	m3	7308,000	Rp 30.993,51	Rp 226.500.541,500
	b. Pekerjaan Pembesian	kg	370607,964	Rp 14.483,80	Rp 5.367.810.752,461
	c. Beton f'c 35 Mpa	m3	5208,601	Rp 1.022.776,08	Rp 5.327.232.081,721
3	<i>Capping Beam</i>				
	a. Bekisting	m2	198,190	Rp 136.668,75	Rp 27.086.379,563
	b. Pembesian	kg	12378,390	Rp 14.483,80	Rp 179.286.095,610
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	194,790	Rp 975.526,08	Rp 190.022.724,292
4	<i>Galian Basement</i>				
	a. Penggalan PC-60	m3	48285,801	Rp 36.262,69	Rp 1.750.973.067,348
	b. Penggalan PC-200	m3	9066,982	Rp 33.693,89	Rp 305.501.862,818
	c. Strutting baja	kg	13500,000	Rp 19.483,32	Rp 263.024.850,000
5	<i>Pile Cap</i>				
	a. Pembobokan kepala tiang bored pile	m3	259,427	Rp 237.944,79	Rp 61.729.255,879
	b. Beton K-125	m3	42,910	Rp 786.686,90	Rp 33.756.734,776
	c. Bekisting	m2	485,221	Rp 125.295,50	Rp 60.796.007,806
	d. Pembesian	kg	49543,847	Rp 23.311,21	Rp 1.154.927.233,956
	e. Beton f'c 35 Mpa	m3	591,048	Rp 976.380,24	Rp 577.087.589,509
6	<i>Raft Foundation</i>				
	a. Beton K-125	m3	968,220	Rp 799.467,74	Rp 774.060.657,545

7	b. Bekisting	m2	282,000	Rp	153.075,50	Rp	43.167.291,000
	c. Pembesian	kg	148766,510	Rp	14.483,80	Rp	2.154.704.023,332
	d. Beton Fc 35 Mpa	m3	3230,730	Rp	975.526,08	Rp	3.151.661.358,648
	Pelat Dasar Basement						
8	a. Urugan pasir urug	m3	175,870	Rp	163.015,00	Rp	28.669.448,050
	b. Beton K-125	m3	195,930	Rp	786.686,90	Rp	154.135.563,845
	c. Pekerjaan Pembesian	kg	117859,610	Rp	23.311,21	Rp	2.747.450.630,169
	d. Bekisting	m2	46,898	Rp	136.668,75	Rp	6.409.422,703
	e. Beton Fc 35 Mpa	m3	731,566	Rp	976.380,24	Rp	714.286.832,505
8	Kolom dan Shearwall						
	a Bekisting	m2	3748,309	Rp	133.851,25	Rp	501.715.845,036
	b Pekerjaan Pembesian	kg	173896,221	Rp	23.311,21	Rp	4.053.732.073,064
9	c Beton f'c 45 Mpa	m3	934,596	Rp	1.169.776,08	Rp	1.093.267.573,364
	Pelat lantai dan Balok						
	a Bekisting	m2	4294,036	Rp	136.668,75	Rp	586.860.484,741
10	b Pekerjaan Pembesian	kg	376129,587	Rp	23.311,21	Rp	8.768.037.397,843
	c Beton f'c 35 Mpa	m3	2108,617	Rp	976.380,24	Rp	2.058.812.221,680
	Dinding Basement						
10	a Bekisting	m2	2841,482	Rp	133.851,25	Rp	380.335.917,553
	b Pekerjaan Pembesian	kg	59827,990	Rp	23.311,21	Rp	1.394.663.105,672
	c Beton Fc 35 Mpa	m3	813,832	Rp	976.380,24	Rp	794.609.680,707
11	Ramp						
	a Bekisting	m2	926,702	Rp	133.851,25	Rp	124.040.174,785
	b Pekerjaan Pembesian	kg	15209,604	Rp	23.311,21	Rp	354.554.348,242
12	c Beton f'c 35 Mpa	m3	124,840	Rp	976.380,24	Rp	121.891.018,713
	Tangga						
	a Bekisting	m2	237,197	Rp	133.851,25	Rp	31.749.088,176
13	b Pekerjaan Pembesian	kg	5725,510	Rp	23.311,21	Rp	133.468.598,946
	c Beton f'c 35 Mpa	m3	31,181	Rp	976.380,24	Rp	30.444.428,370
	Dewatering						
14	a Pekerjaan Dewatering	Ls	1	Rp	155.500.000,00	Rp	155.500.000,000
	Lain-lain						
14	a Biaya pengoperasian dewatering	bulan	17	Rp	54.750.000,00	Rp	930.750.000,000

	b	Sewa tower crane	Ls	1	Rp	1.225.022.000,00	Rp	1.225.022.000,000
	c	Sewa service crane	Ls	1	Rp	122.610.000,00	Rp	122.610.000,000
	d	Sewa bar bender	Ls	1	Rp	71.000.000,00	Rp	71.000.000,000
	e	Sewa bar cutter	Ls	1	Rp	71.000.000,00	Rp	71.000.000,000
	f	Sewa bucket	Ls	1	Rp	22.000.000,00	Rp	22.000.000,000
	g	Sewa Vibrator	Ls	1	Rp	652.000.000,00	Rp	652.000.000,000
	<i>Jumlah Total Harga</i>						Rp	60.698.344.518,43
	PPN 10%						Rp	6.069.834.451,84
	Jumlah Total Harga Setelah Pajak						Rp	66.768.178.970,27
	Jumlah Total Harga Setelah Pembulatan						Rp	66.768.178.970,00

RENCANA ANGGARAN BIAYA

PROYEK : PEMBANGUNAN APARTEMEN ONE EAST RESIDENCE

LOKASI : SURABAYA

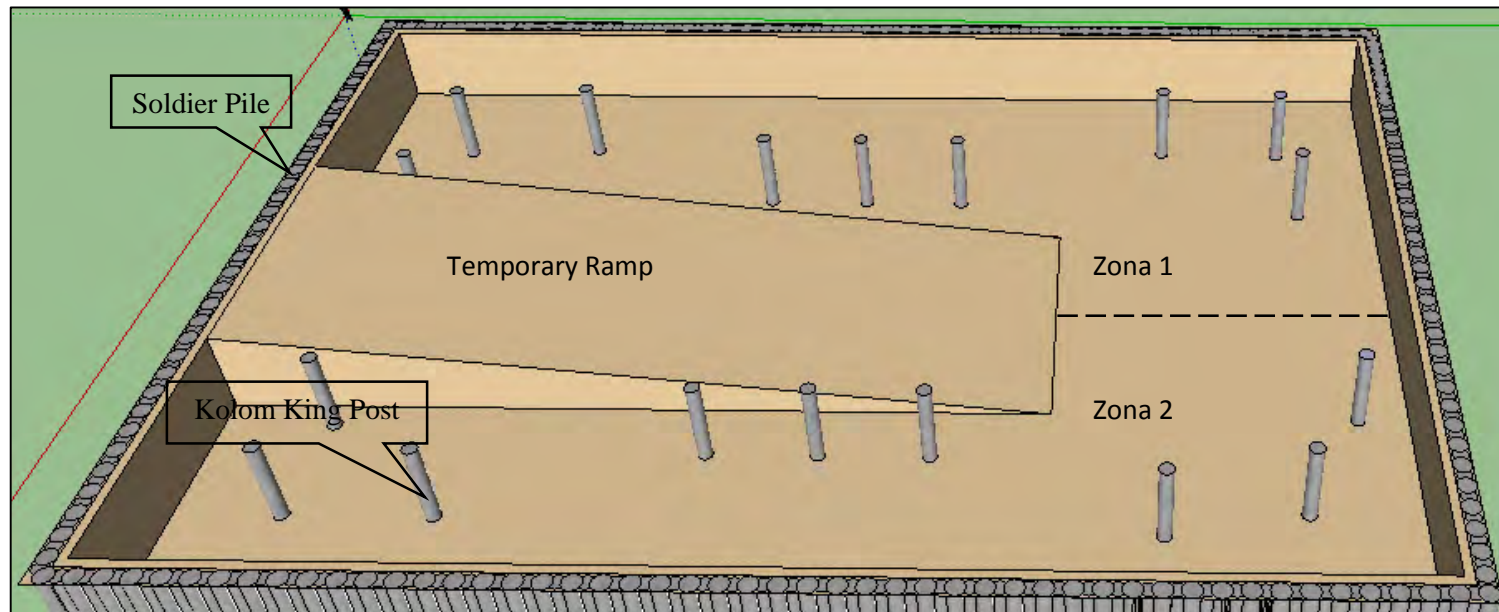
Skenario 2

NO	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
1	<i>Soldier Pile</i>				
	a Pengeboran zona A	m3	10108,000	Rp 61.987,01	Rp 626.564.716,333
	c Pembesian	kg	494724,005	Rp 28.967,60	Rp 14.330.964.741,037
	d Beton f'c 35 Mpa	m3	3967,390	Rp 2.045.552,15	Rp 8.115.503.150,193
	e Bentonite	m3	1428,260	Rp 256.933,33	Rp 366.967.705,440
2	<i>Pondasi Bored Pile</i>				
	a Pengeboran	m3	7308,000	Rp 61.987,01	Rp 453.001.083,000
	b Pekerjaan Pembesian	kg	370607,964	Rp 28.967,60	Rp 10.735.621.504,921
	c Beton f'c 35 Mpa	m3	5208,601	Rp 2.045.552,15	Rp 10.654.464.163,441
3	<i>Capping Beam</i>				
	a. Bekisting	m2	198,190	Rp 136.668,75	Rp 27.086.379,563
	b. Pembesian	kg	12378,390	Rp 14.483,80	Rp 179.286.095,610
	c. Beton f'c 30 Mpa	m3	194,790	Rp 975.526,08	Rp 190.022.724,292
4	<i>Galian Basement</i>				
	a. Penggalian PC-60	m3	48285,801	Rp 36.262,69	Rp 1.750.973.067,348
	b. Penggalian PC-200	m3	9066,982	Rp 33.693,89	Rp 305.501.862,818
	c. Strutting baja	kg	13500,000	Rp 19.483,32	Rp 263.024.850,000
5	<i>Pile Cap</i>				
	a. Pembobokan kepala bored pile	m3	259,427	Rp 237.944,79	Rp 61.729.255,879
	b. Beton K-125	m3	42,910	Rp 786.686,90	Rp 33.756.734,776
	c. Bekisting	m2	485,221	Rp 125.295,50	Rp 60.796.007,806
	d. Pembesian	kg	49543,847	Rp 23.311,21	Rp 1.154.927.233,956

6	e.	Beton f'c 35 Mpa	m3	591,048	Rp	976.380,24	Rp	577.087.589,509
	Raft Foundation							
	a.	Beton K-125	m3	968,220	Rp	799.467,74	Rp	774.060.657,545
	b.	Bekisting	m2	282,000	Rp	153.075,50	Rp	43.167.291,000
	c.	Pembesian	kg	148766,510	Rp	14.483,80	Rp	2.154.704.023,332
7	d.	Beton f'c 35 Mpa	m3	3230,730	Rp	975.526,08	Rp	3.151.661.358,648
	Pelat Basement							
	a.	Urugan pasir urug	m3	175,870	Rp	163.015,00	Rp	28.669.448,050
	b.	Beton K-125	m3	195,930	Rp	786.686,90	Rp	154.135.563,845
	c.	Pekerjaan Pembesian	kg	117859,610	Rp	23.311,21	Rp	2.747.450.630,169
8	d.	Bekisting	m2	46,898	Rp	136.668,75	Rp	6.409.422,703
	e.	Beton f'c 35 Mpa	m3	731,566	Rp	976.380,24	Rp	714.286.832,505
	Kolom dan Shearwall							
	a	Bekisting	m2	3748,309	Rp	133.851,25	Rp	501.715.845,036
	b	Pekerjaan Pembesian	kg	173896,221	Rp	23.311,21	Rp	4.053.732.073,064
9	c	Beton f'c 45 Mpa	m3	934,596	Rp	1.169.776,08	Rp	1.093.267.573,364
	Pelat lantai dan Balok							
	a	Bekisting	m2	4294,036	Rp	136.668,75	Rp	586.860.484,741
	b	Pekerjaan Pembesian	kg	376129,587	Rp	23.311,21	Rp	8.768.037.397,843
	c	Beton f'c 35 Mpa	m3	2108,617	Rp	976.380,24	Rp	2.058.812.221,680
10	Dinding Basement							
	a	Bekisting	m2	2841,482	Rp	133.851,25	Rp	380.335.917,553
	b	Pekerjaan Pembesian	kg	59827,990	Rp	23.311,21	Rp	1.394.663.105,672
	c	Beton f'c 35 Mpa	m3	813,832	Rp	976.380,24	Rp	794.609.680,707
11	Ramp							
	a	Bekisting	m2	926,702	Rp	133.851,25	Rp	124.040.174,785
	b	Pekerjaan Pembesian	kg	15209,604	Rp	23.311,21	Rp	354.554.348,242
	c	Beton f'c 35 Mpa	m3	124,840	Rp	976.380,24	Rp	121.891.018,713
12	Tangga							
	a	Bekisting	m2	237,197	Rp	133.851,25	Rp	31.749.088,176
	b	Pekerjaan Pembesian	kg	5725,510	Rp	23.311,21	Rp	133.468.598,946

13	c	Beton f'c 35 Mpa	m3	31,181	Rp	976.380,24	Rp	30.444.428,370
	Dewatering							
14	a	Pekerjaan Dewatering	Ls	1,000	Rp	155.500.000,00	Rp	155.500.000,000
	Biaya bulanan							
	a	Biaya pengoperasian dewatering	bulan	13	Rp	22.000.000,00	Rp	286.000.000,000
	b	Sewa tower crane	Ls	1	Rp	652.000.000,00	Rp	652.000.000,000
	c	Sewa service crane	Ls	1	Rp	1.225.022.000,00	Rp	1.225.022.000,000
	d	Sewa bar bender	Ls	1	Rp	122.610.000,00	Rp	122.610.000,000
	e	Sewa bar cutter	Ls	1	Rp	71.000.000,00	Rp	71.000.000,000
	f	Sewa bucket	Ls	1	Rp	71.000.000,00	Rp	71.000.000,000
	g	Sewa Vibrator	Ls	1	Rp	22.000.000,00	Rp	22.000.000,000
	Jumlah Total Harga						Rp	82.695.138.050,61
	PPN 10%						Rp	8.269.513.805,06
	Jumlah Total Harga Setelah Pajak						Rp	90.964.651.855,67
	Jumlah Total Harga Setelah Pembulatan						Rp	90.964.651.850,00

Pekerjaan Galian Basement Tahap 1

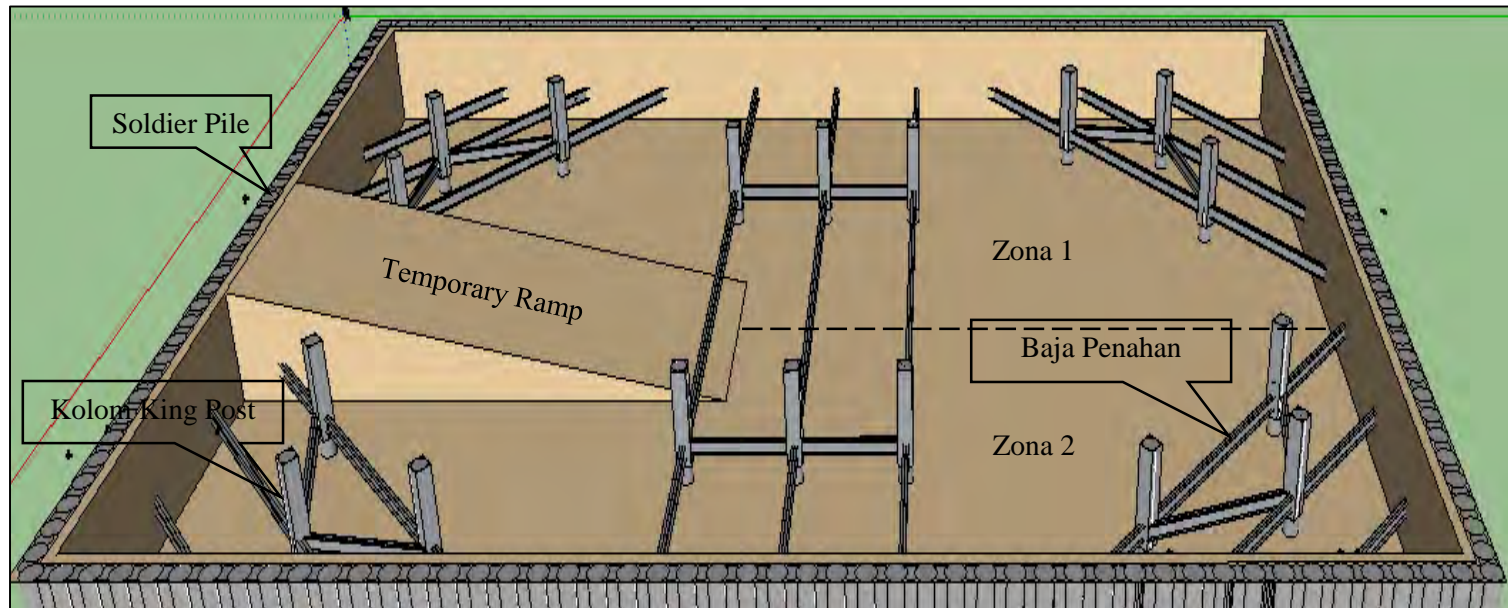


TAHAP 1 :

- Penggalian dilakukan hingga elevasi -5 m
- Alat berat yang digunakan excavator mini PC-60
- Jumlah excavator pada setiap zona = 1 unit

Gambar Tampak Atas Pekerjaan Galian Tahap 1

Pekerjaan Galian Basement Tahap 2

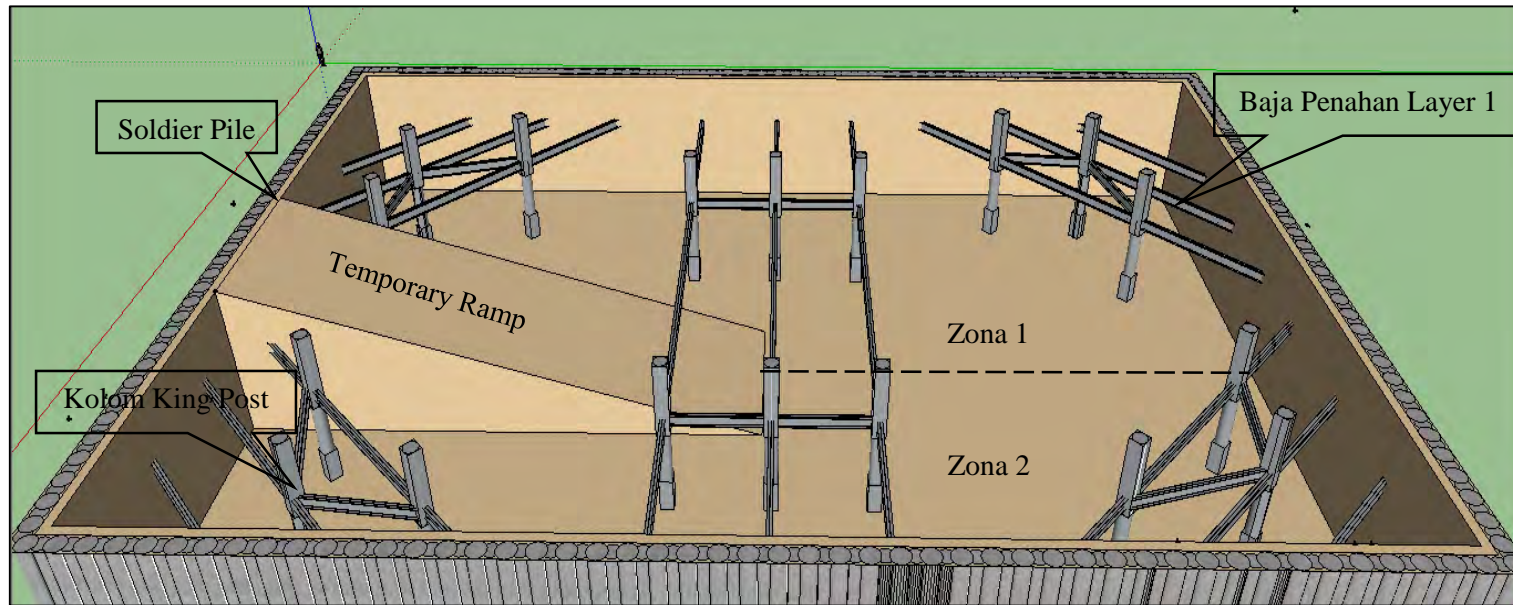


TAHAP 2 :

- Strutting baja pada layer pada -3.2 m
- Baja menumpu pada kolom king post yang telah ada

Gambar Tampak Atas Pekerjaan Galian Tahap 2

Pekerjaan Galian Basement Tahap 3

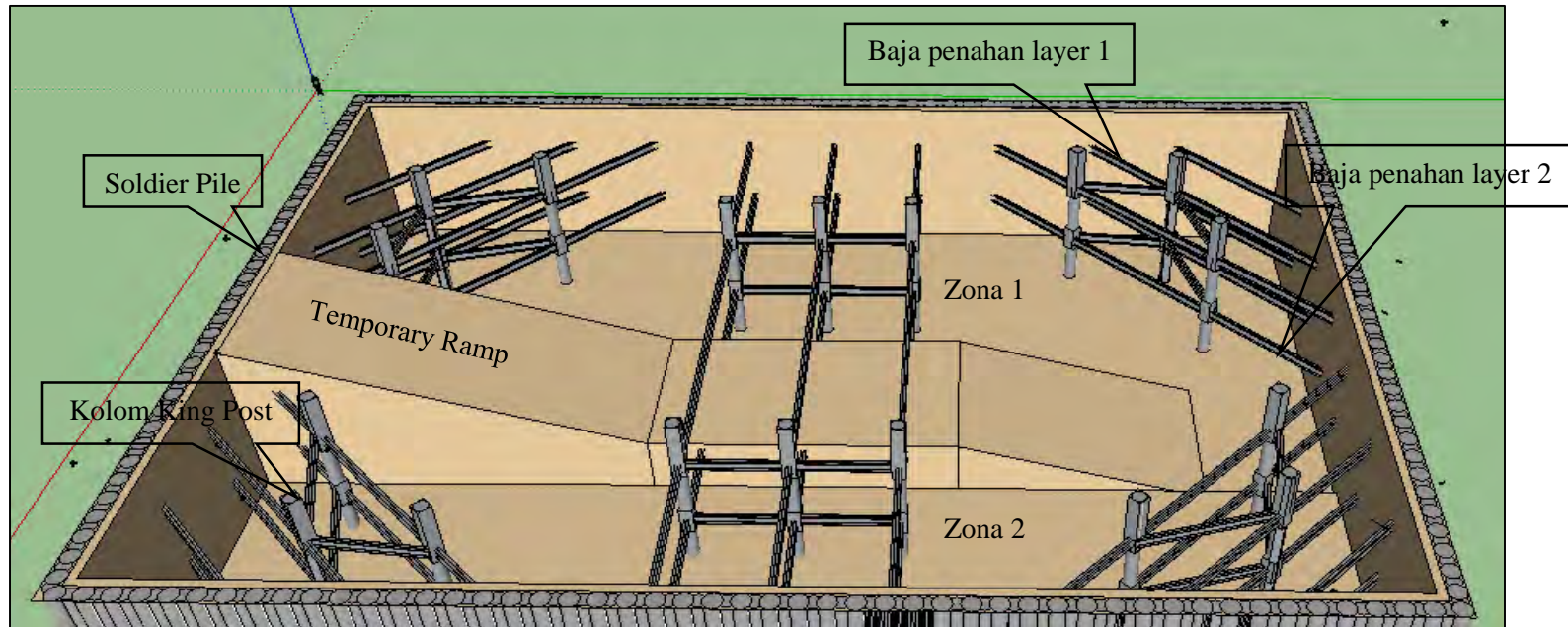


TAHAP 3 :

- Galian hingga elevasi - 9 m
- Alat berat yang digunakan excavator PC-60
- Jumlah alat pada setiap zona = 1 unit

Gambar Tampak Atas Pekerjaan Galian Tahap 3

Pekerjaan Galian Basement Tahap 4

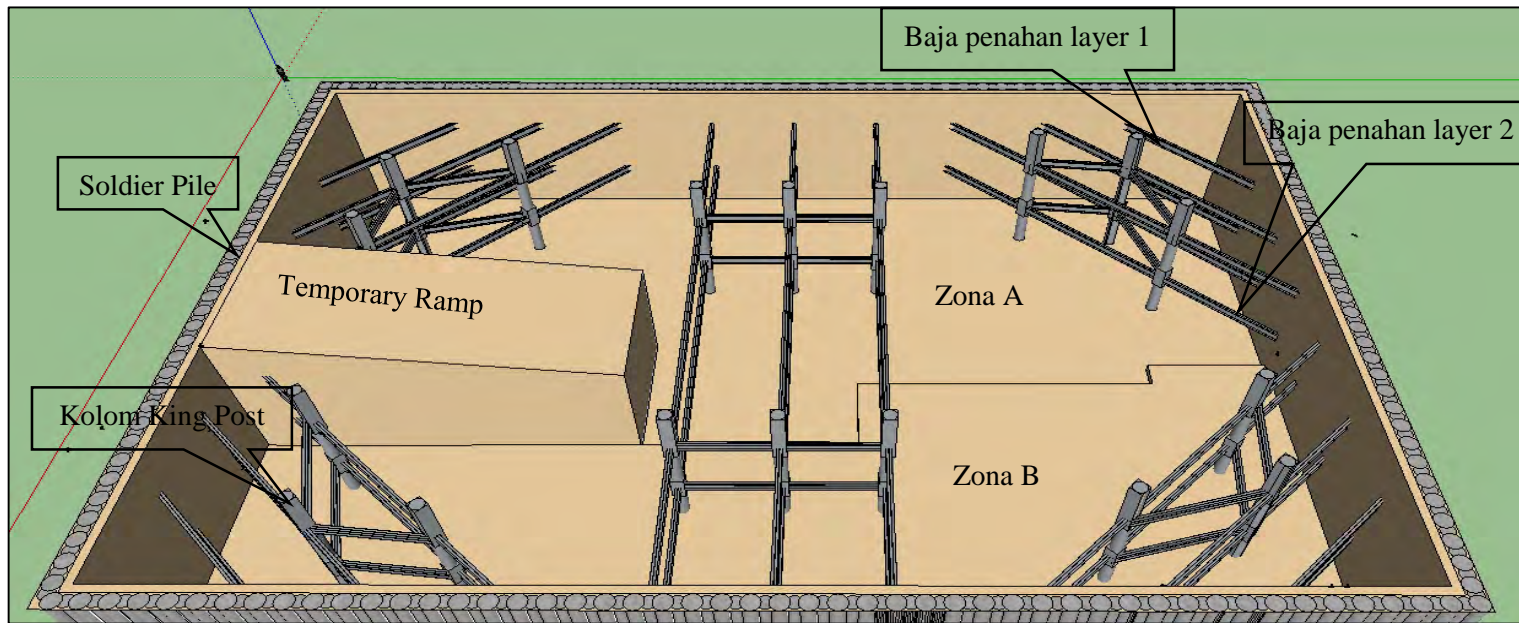


TAHAP 4 :

- Pemasangan baja penahan layer 2
- Baja penahan layer 2 berada pada level -8 m

Gambar Tampak Atas Pekerjaan Galian Tahap 4

Pekerjaan Galian Basement Tahap 5



TAHAP 5 :

Penggalian dilakukan hingga elevasi dasar basement

- Zona 1 : -13,50 m
- Zona 2 : -11,65 m
- Alat berat yang digunakan excavator PC-60 dan PC-200
- PC-60 berfungsi menggali pada ujung-ujung galian basement (daerah yang tidak terjangkau PC-200)
- PC-200 berfungsi untuk membantu mengangkut tanah dari temporary ramp

Gambar Tampak Atas Pekerjaan Galian Tahap 5



Hilda Rahmadini,

Penulis dilahirkan di Bekasi, 17 Maret 1991, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara dari pasangan Ejat Hidayat dan Sukatinem. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Jatirasa 1 Jatiasih, SMPN 9 Bekasi dan SMAN 6 Bekasi. Setelah lulus dari sekolah menengah atas pada tahun 2009, penulis mengikuti seleksi penerimaan mahasiswa baru di

Politeknik Negeri Bandung (POLBAN) dan diterima di Jurusan Teknik Sipil, Program Studi Konstruksi Sipil dengan NIM 091121046 kelas konstruksi sipil B pada tahun 2009. Penulis menempuh pendidikan di POLBAN selama 3 tahun, lulus pada Oktober 2012. Setelah lulus dari POLBAN penulis bekerja di kontraktor swasta PT.Takenaka Indonesia sebagai drafter. Penulis bekerja di perusahaan tersebut sampai Agustus 2013, kemudian melanjutkan pendidikannya untuk mengambil Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Penulis diterima pada September 2013 dan terdaftar di Jurusan Teknik Sipil Program Sarjana Lintas Jalur Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP. 3113105024.

Alamat email : rahmadini.hilda@gmail.com